



Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA

Caracterização de estruturas de alvenaria de pedra por recurso aos métodos do georadar, resistividade eléctrica e ensaios sísmicos.

Sara Raquel Portulez Ruiz Matos



2016



Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA

Caracterização de estruturas de alvenaria de pedra por recurso aos métodos do georadar, resistividade eléctrica e ensaios sónicos.

Sara Raquel Portulez Ruiz Matos

1130036

*Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Geotécnica e Geoambiente**, realizada sob a orientação do Doutor Jorge M. C. Machado de Carvalho, Professor Auxiliar do Departamento de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e do Doutor João Paulo Meixedo, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Geotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.*

Júri

Presidente

Doutor Helder Gil Iglésias de Oliveira Chaminé

Professor Coordenador com Agregação, Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Doutor António José Coelho Dias Arêde

Professor Associado, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Doutor João Paulo Meixedo dos Santos Silva

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Doutor Jorge Manuel Cabral Machado de Carvalho

Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia de Minas, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestre e Especialista José Filinto Castro Trigo

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto

*A tese de mestrado em engenharia geotécnica e geoambiente (MEGG) foi apresentada e defendida em prova pública, pela Licenciada **Sara Raquel Portulez Ruiz Matos**, no Auditório de Geotecnia do Departamento de Engenharia Geotécnica (ISEP) em 15 de Novembro de 2016 mediante o júri nomeado, em que foi atribuída, por unanimidade, a classificação final de **15 (quinze) valores**, cuja fundamentação se encontra em acta. Todas as correções pontuais determinadas pelo júri, e só essas, foram efectuadas.*

Aos meus Pais e ao Hugo pelo apoio incondicional.

Agradecimentos

A presente dissertação contou com inúmeros apoios e incentivos pelo quais estarei eternamente grata e aos quais deixo o meu sincero agradecimento:

- Ao Professor Doutor Jorge Machado de Carvalho, orientador do presente trabalho, pela sua colaboração, tempo despendido, pela disponibilização de equipamentos e acompanhamento na realização deste trabalho.
- Ao Professor Doutor João Paulo Meixedo, agradeço o apoio incondicional desde o primeiro dia em que aceitou o desafio de co-orientar a presente dissertação.
- Ao Professor Doutor António Arêde pelo incentivo, disponibilidade e apoio na superação das dificuldades e contratempos durante este trabalho.
- Ao Laboratório de Engenharia Sísmica e Estrutural da FEUP e a todos os seus membros, incansáveis na disponibilidade e colaboração em todos os ensaios realizados.
- À Inês Maia por todo o apoio e incentivo em todos os momentos deste trabalho e pela constante disponibilidade em me ajudar.
- O meu enorme apreço a todos os professores que me formaram e acompanharam durante este mestrado, pelo constante incentivo, dedicação e por contribuírem para o meu desenvolvimento académico e pessoal

Palavras-chave:

Alvenaria de pedra; ensaios não destrutivos (NDT), ensaios resistividade, georadar, ensaios sísmicos

Resumo

A crescente preocupação com o património construído sensibilizou a população e os técnicos especializados na procura de estratégias, processos e instrumentos de apoio à caracterização das estruturas existentes e na sua reabilitação. A crescente necessidade de caracterizar o estado das estruturas construídas com recurso a métodos não destrutivos é um tema atual que tem sido alvo de diversos estudos e investigações. No presente trabalho apresentam-se três metodologias não destrutivas de caracterização de alvenarias de pedra: o método da resistividade elétrica, o método do georadar e o método dos ensaios sísmicos. Estas metodologias foram estudadas, testadas em laboratório e aplicadas *in-situ* no objeto de estudo, o Solar de Lamas. Relativamente aos ensaios através do método elétrico da resistividade analisou-se a influência de fatores externos e do grau de humidade na obtenção de resultados. No que diz respeito ao método do georadar adaptou-se o equipamento e a metodologia de aquisição a ensaios sobre alvenarias de pedra com a antena de 900 MHz e foi avaliada a sua operacionalidade. Relativamente aos ensaios sísmicos, foi analisada a influência de diferentes fatores na nitidez do sinal e no cálculo da velocidade de propagação de ondas sísmicas, como a influência da definição da primeira chegada de sinal no cálculo da velocidade. Através dos ensaios sísmicos foi ainda possível estimar o módulo de elasticidade quer de um bloco de granito estudado em laboratório como de uma parede de alvenaria estudada no Solar de Lamas.

Keywords

Stone masonry; non-destructive testing (NDT); resistivity tests, GPR, sonic tests.

Abstract

The growing concern with the constructed legacy sensitized the population and experts for strategies search, processes and tools to support the characterization of existing structures and improve their rehabilitation. The increasing need for characterization of the built structures using non-destructive methods has become a current topic that has been the subject for several studies and investigations. In this dissertation are presented three non-destructive methods for characterization of the stone masonry: the electrical resistivity method, the GPR method and the sonic tests method. These methods have been studied, tested in the laboratory and applied in-situ in the study object, the Solar Lamas. For tests using the resistivity electric method was tested the geophysical acquisition on masonry walls, it was also analyzed the influence of external factors and the degree of humidity in achieving results. Regarding the GPR method a few geophysical tests were developed on stone masonry with antenna 900 MHz and its operability was evaluated. For sonic testing was examined the influence of different factors on the speed and propagation of waves as well as the influence of the setting of the first signal on waves speed calculation. Through the sonic testing it was also possible to calculate the modulus of elasticity of either the granite block studied in the laboratory and the masonry wall studded in the Solar de Lamas.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	IX
PALAVRAS-CHAVE:	XI
RESUMO.....	XI
KEYWORDS.....	XIII
ABSTRACT.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. CARACTERIZAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA.....	7
2.2.1. <i>Alvenaria de pedra seca</i>	9
2.2.2. <i>Alvenaria mista</i>	10
2.2.3. <i>Alvenaria cantaria</i>	10
2.2.4. <i>Alvenaria ordinária ou tradicional</i>	11
2.3. MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO NÃO DESTRUTIVA	12
2.3.1. <i>Método elétrico da resistividade</i>	13
2.3.2. <i>Método do georadar</i>	14
2.3.3. <i>Método sísmico</i>	14
2.3.4. <i>Método de inspeção visual</i>	14
2.3.5. <i>Método de injeção de líquido penetrante</i>	15
2.3.6. <i>Método de ensaio de partículas magnéticas</i>	15
2.3.7. <i>Método da termografia</i>	16
2.3.8. <i>Método de ensaio de Eddy</i>	16
2.3.9. <i>Método da radiografia</i>	16
2.3.10. <i>Método ultrassónico</i>	16
2.3.11. <i>Método dos macacos planos</i>	17
3. MÉTODOS GEOFÍSICOS UTILIZADOS.....	19
3.1. <i>Generalidades</i>	19
3.2. <i>Método elétrico da resistividade</i>	20
3.2.1. <i>Enquadramento</i>	20
3.2.2. <i>Princípios básicos</i>	21
3.2.3. <i>Lei de Ohm</i>	22
3.2.4. <i>Resistividade aparente</i>	23
3.2.5. <i>Técnicas de aquisição</i>	23
3.2.6. <i>Configuração de Wenner</i>	24
3.2.7. <i>Profundidade de investigação</i>	25
3.2.8. <i>Fatores que influenciam a resistividade</i>	25

3.2.9.	<i>Equipamento</i>	26
3.3.	<i>Método do georadar</i>	28
3.3.1.	<i>Enquadramento</i>	28
3.3.2.	<i>Princípios básicos</i>	29
3.3.3.	<i>Propagação de ondas eletromagnéticas</i>	30
3.3.3.1.	<i>Condutividade elétrica</i>	30
3.3.3.2.	<i>Permitividade dielétrica</i>	31
3.3.3.3.	<i>Permeabilidade magnética</i>	31
3.3.4.	<i>Velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas</i>	32
3.3.5.	<i>Coeficiente de reflexão e transmissão</i>	33
3.3.6.	<i>Fatores que influenciam a profundidade</i>	34
3.3.7.	<i>EQUIPAMENTO</i>	34
3.3.8.	<i>Interpretação dos resultados do GPR</i>	36
3.4.	<i>Método dos ensaios sísmicos</i>	37
3.4.1.	<i>Enquadramento</i>	37
3.4.2.	<i>Princípios Básicos</i>	38
3.4.3.	<i>Tipos de ondas</i>	39
3.4.3.1.	<i>Ondas P</i>	41
3.4.3.2.	<i>Ondas S</i>	41
3.4.3.3.	<i>Ondas R</i>	42
3.4.3.4.	<i>Relação entre ondas P, R e S</i>	42
3.4.4.	<i>Configuração de aquisição e ensaio</i>	43
3.4.5.	<i>Equipamento</i>	45
3.4.5.1.	<i>Martelo</i>	45
3.4.5.2.	<i>Acelerómetro</i>	45
3.4.5.3.	<i>Amplificador de sinal</i>	46
3.4.5.4.	<i>Placa de aquisição</i>	46
3.4.5.5.	<i>Computador</i>	46
4.	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	47
4.1.	<i>Introdução</i>	47
4.2.	<i>Objetos de estudo</i>	48
4.2.1.	<i>Parede de alvenaria</i>	48
4.2.2.	<i>Bloco de granito</i>	50
4.3.	<i>Ensaio pelo método elétrico da resistividade</i>	51
4.3.1.	<i>Metodologia e objeto de estudo</i>	51
4.3.2.	<i>Configuração de aquisição</i>	52
4.3.3.	<i>Equipamento</i>	52
4.3.4.	<i>Ensaio chapa metálica</i>	53
4.3.5.	<i>Ensaio parede de alvenaria</i>	53
4.3.6.	<i>Ensaio bloco de granito</i>	54
4.3.7.	<i>Conclusões</i>	59
4.4.	<i>Ensaio pelo método do georadar</i>	61
4.4.1.	<i>Metodologia e objeto de estudo</i>	61
4.4.2.	<i>Equipamento</i>	62
4.4.3.	<i>Resultados e tratamento de dados</i>	62
4.4.4.	<i>Conclusões</i>	63
4.5.	<i>Método dos ensaios sísmicos</i>	63
4.5.1.	<i>Metodologia e objeto de estudo</i>	63
4.5.2.	<i>Equipamento</i>	63

4.5.3.	<i>Ensaio bloco de granito</i>	64
4.5.4.	<i>Configuração de ensaios e tipos de ondas</i>	65
4.5.4.1.	<i>Ensaio num bloco de granito sem chapas</i>	65
4.5.4.2.	<i>Ensaio num bloco granito com chapas</i>	67
4.5.4.3.	<i>Leitura e tratamento de dados</i>	70
4.5.4.3.1.	<i>1º Critério</i>	71
4.5.4.3.2.	<i>2º Critério</i>	72
4.5.4.3.3.	<i>3º Critério</i>	73
4.5.4.3.4.	<i>4º Critério</i>	74
4.6.	<i>Resultados e considerações</i>	75
5.	ENSAIOS SOLAR DE LAMAS	79
5.1.	<i>Ensaio método elétrico da resistividade</i>	81
5.1.1.	<i>Equipamento</i>	81
5.1.2.	<i>Sondagens elétricas verticais</i>	82
5.1.2.1.	<i>Ponto K1</i>	83
5.1.2.2.	<i>Ponto K2</i>	84
5.1.2.3.	<i>Ponto K3</i>	85
5.1.3.	<i>Ensaio elétricos com malha quadrada</i>	86
5.2.	<i>Ensaio pelo método do georadar</i>	89
5.2.1.	<i>Equipamento</i>	89
5.2.2.	<i>Tratamento de dados e conclusões</i>	90
5.3.	<i>Método dos ensaios sísmicos</i>	92
5.3.1.	<i>Equipamento</i>	92
5.3.2.	<i>Ensaio alvenaria de pedra sem chapa</i>	93
5.3.2.1.	<i>Ensaio diretos</i>	94
5.3.2.2.	<i>Ensaio indiretos horizontais</i>	96
5.3.2.3.	<i>Ensaio indiretos verticais</i>	98
5.3.3.	<i>Ensaio alvenaria de pedra com chapa</i>	100
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	103
7.	BIBLIOGRAFIA	107
	ANEXOS	

Índice de tabelas

Tabela 1 - Ponderações no cálculo da profundidade média de investigação por método da resistividade, adaptado de Loke (1999).	25
Tabela 2 - Resistividade e condutividade de alguns minerais e rochas (Aktarakçi, 2008).	26
Tabela 3 - Valores constante dielétrica relativos, condutividade elétrica e velocidade de propagação da onda para vários materiais, adaptado (REYNOLDS, 1997).	30
Tabela 4 - Relação entre frequência de antena profundidade de penetração e resolução, adaptado de Fernandes (2006) e Cruz (2006).	34
Tabela 5 - Velocidades das ondas Longitudinais (P) para alguns materiais mais comuns, adaptado de Miranda (2013).	39
Tabela 6 - Classificação da alteração segundo a sociedade internacional de mecânica das rochas, adaptado de ISRM (1978).	50
Tabela 7 - Resumo ensaios de resistividade com humedecimento progressivo da superfície.	55
Tabela 8 - Resumo ensaios de resistividade com diminuição progressiva da humidade dos elétrodos.	56
Tabela 9 - Ensaios de resistividade realizados com elétrodos novos.	57
Tabela 10 - Síntese ensaios resistividade com elétrodos novos.	58
Tabela 11 - Intervalo de valores característicos para cada grau de alteração da rocha ensaiada, adaptado de Dinis 2004.	65
Tabela 12 - Tabela síntese das configurações dos ensaios sísmicos realizados no bloco de granito sem chapas.	66
Tabela 13 - Síntese dos ensaios sísmicos realizados na chapa 1 do bloco de granito com chapas... 68	
Tabela 14 - Síntese dos ensaios sísmicos realizados na chapa 2 do bloco de granito com chapas... 69	
Tabela 15 - Síntese dos ensaios sísmicos realizados na chapa 2 do bloco de granito com chapas... 70	
Tabela 16 - Características dos resultados das velocidades para o bloco de granito com e sem chapas.	76
Tabela 17 - Velocidades de propagação das ondas P no bloco e respetivos módulos de elasticidade, considerando uma massa volúmica de $\rho=2600\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0.3$	78
Tabela 18 - Tabela síntese ensaios realizados no Ponto K1.	83
Tabela 19 - Tabela síntese ensaios realizados no Ponto K2.	84
Tabela 20 - Tabela síntese ensaios realizados no Ponto K3.	85
Tabela 21 - Velocidades de propagação das ondas P (m/s) na parede de alvenaria e respetivos módulos de elasticidade, considerando uma massa volúmica de $\rho=2400\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0.25$	96
Tabela 22 - Velocidades de propagação das ondas P (m/s) na parede de alvenaria segundo os três alinhamentos verticais, média total e respetivos módulos de elasticidade, considerando uma massa volúmica de $\rho=2400\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0.25$	100

Índice de figuras

Figura 1 - Causas e patologias comuns em estruturais de alvenaria, adaptado de NAVDOCKS (1978).	6
Figura 2 - Organização de um estudo de investigação para a realização de uma análise estrutural, adaptado de Guimarães (2009).	6
Figura 3 - Construções em alvenaria de pedra, adaptado de Branco (2012).	7
Figura 4 - Classificação das alvenarias de pedra quanto ao tipo de aparelho (adaptado de Roque, 2002) (a, d) – juntas desalinhadas; (b, e) – juntas irregulares alinhadas; (c, f) – juntas regulares alinhadas.	8
Figura 5 - Classificação das alvenarias quanto ao tipo de assentamento, (adaptado de Roque, 2002), (a) horizontal; (b) horizontal / vertical; (c) aleatório; (d) escalonado com fiadas de regularização.	9
Figura 6 - Alvenaria pedra seca, adaptado de Branco (2012).	9
Figura 7 - Alvenaria mista, adaptado de Roseiro (2012).	10
Figura 8 - Parede cantaria, convento de Jesus em Setúbal, adaptado de Roseiro (2012).	10
Figura 9 - Parede alvenaria ordinária ou tradicional, adaptada de Roseiro (2012).	11
Figura 10 - Classificação de secções de paredes de alvenaria de perda: a) folha simples; b1) folha dupla sem paramentos; b2) folha dupla com paramentos; c) folha tripla, adaptado de Rosario (2012).	11
Figura 11 - Modelo esquemático do método da Resistividade Elétrica, adaptado de Knodel (2007).	21
Figura 12 - Esquema configuração Wenner adaptado de (KINDERMANN,1991).	24
Figura 13 - Equipamento resistividade (esquerda: resistivímetro; direita: cabos e estacas).	26
Figura 14 - Sondagem elétrica vertical (esquerda) e horizontal (direita) com recurso a eléctrodos ECG.	27
Figura 15 - Propagação das ondas eletromagnética.	29
Figura 16 - Propagação das ondas eletromagnética.	33
Figura 17 - Esquerda: esquema equipamento GPR; direita: GPR com antena 900MHs.	35
Figura 18 - Radargrama obtido com o GPR, antena 900 MHz.	35
Figura 19 - Esquema do espectro acústico, adaptado de Miranda (2011).	38
Figura 20 - Principais tipos de ondas elásticas: a) ondas P; b) ondas S; c) ondas Love; d) ondas Rayleigh, adaptado de Bolt (1993).	40
Figura 21 - Relação entre o coeficiente de Poisson e as velocidades V_P , V_S e V_R num meio elástico semi-finito, adaptado de Guimarães (2009).	42
Figura 22 - Propagação das ondas P, S e R num meio sólido, adaptado de Guimarães (2009).	43
Figura 23 - Configurações ensaios: (A) direto; (B) semidireto; (C) indireto.	43
Figura 24 - Sinal característico de um ensaio indireto, adaptado de Miranda (2011).	44
Figura 25 - Equipamento utilizado nos Ensaios sísmicos. 1) Martelo; 2) Acelerómetro; 3) amplificador sinal; 4) placa de aquisição; 5) computador.	45
Figura 26 - Alçados parede de alvenaria estudada em laboratório.	48
Figura 27 - Esquerda: Parede de Alvenaria P1 sem tratamento); Direita: Fotografia com filtro onde realçando a heterogeneidade dos blocos de granito.	49

Figura 28 - Bloco de Granito ensaiado.	51
Figura 29 - Esquema configuração Wenner.	52
Figura 30 - Equipamento método elétrico da resistividade.	52
Figura 31 - Ensaio resistividade chapa metálica.	53
Figura 32 - Ensaio resistividade parede de alvenaria P1.	54
Figura 33 - Ensaio resistividade no bloco de granito estado inicial.	54
Figura 34 - Ensaios de resistividade com saturação progressiva dos elétrodo.	55
Figura 35 - Gráfico relação entre tempo secagem do bloco e resistividade.	56
Figura 36 - Ensaio resistividade bloco humedecido de água e elétrodo.	57
Figura 37 - Gráfico relação entre secagem do bloco e resistividade.	59
Figura 38 - Esquema de ensaios com GPR em Laboratório.	61
Figura 39 - Esquerda: Equipamento Georadar utilizado em laboratório; direita: fotografia do processo de calibração do <i>setup</i> na unidade de controlo.	62
Figura 40 - Ambiente de trabalho do Reflex-W.	62
Figura 41 - Equipamento utilizado nos Ensaios sínicos. A) Martelo; B) Acelarómetro; C) amplificador sinal; D) placa de aquisição; E) computador; F) Massa fixação; G) cabos de ligação ao martelo.	64
Figura 42 - Esquemas dos ensaios sínicos realizados no bloco de granito sem chapas.	66
Figura 43 - Bloco de granito após colocação das chapas metálicas.	67
Figura 44 - Esquema configurações dos ensaios sínicos realizados na chapa 1 do bloco de granito	68
Figura 45 - Esquema configurações dos ensaios sínicos realizados na chapa 2 do bloco de granito com chapas.	68
Figura 46 - Esquema configurações dos ensaios sínicos realizados na chapa 3 do bloco de granito com chapas.	69
Figura 47 - Programa em Labview para recolher dados dos ensaios sínicos.	71
Figura 48 - Gráficos tipo e primeira chegada no critério 2ºA e 2ºB.	72
Figura 49 - Gráfico tipo 3º Critério.	73
Figura 50 - Gráfico tipo 4º Critério.	74
Figura 51 - Velocidades dos ensaios diretos, pelo 1º Critério antes refinamento.	75
Figura 52 - Velocidades dos ensaios diretos, 1º Critério com tratamento dados.	75
Figura 53 - Pedra de armas dos Viscondes de Silva. Figura 54 - Vista área do Solar Lamas adaptado de silva, 2014. Roriz, adaptado unesoco 2015)	79
Figura 55 - Esquerda: Planta Solar de Lamas (A) localização da intervenção; Direita: Fotografia da parede em estudo no Solar de Lamas.	80
Figura 56 - Equipamento Método da resistividade utilizado no Solar de Lamas (A) bateria (B) resistivímetro (C) cabos (D) elétrodo e (E) gel.	81
Figura 57 - Esquema dos pontos estudados por sondagens elétricas verticais (K1,K2,K3).	82
Figura 58 - Gráfico ensaios Ponto K1 - Relação entre profundidade ensaio e resistividade.	83
Figura 59 - Gráfico ensaios Ponto K2 - Relação entre profundidade ensaio e resistividade.	85
Figura 60 - Gráfico ensaios Ponto K1 - Relação entre profundidade ensaio e resistividade.	86
Figura 61 - Esquerda: Secção da parede em estudo; Direita: Esquema malha de ensaios.	86
Figura 62 - Esquerda: variograma esférico omnidirecional; direita: mapeamento resistividade por Krigagem normal.	87
Figura 63 - Esquerda: Secção da parede em estudo; centro: Esquema malha de ensaios; direita: sobreposição de mapa resistividade obtido sobre parede ensaiada.	88

Figura 64 - Esquerda: Secção da parede em estudo; direita: Esquema e sentido de aquisição dos perfis GPR.....	89
Figura 65 - Equipamento utilizado no solar com o método do georadar.....	90
Figura 66 - Diagrama de processamento utilizado no tratamento dos perfis GPR.....	90
Figura 67 - Perfil GPR S08; a) perfil sem tratamento, b) acabamento gray; c) acabamento rainbow; d) acabamento bluegrayred.....	91
Figura 68 - Equipamento utilizado nos Ensaios sísmicos. A) Martelo; B) Acelerómetro; C) amplificador sinal; D) placa de aquisição; E) computador; F) Massa fixação; G) cabos de ligação ao martelo; F) Chapa metálica.....	93
Figura 69 - Esquemas de aquisição dos ensaios na alvenaria de pedra sem chapas: a) parede estado inicial b) alçado posterior onde foram dadas as pancadas dos ensaios directos (vermelho) c) grelha onde foram colocados os acelerómetros nos ensaios indirectos (azul) d) Marcação a dos pontos onde foram dadas as pancadas (vermelho).....	93
Figura 70 - Esquerda: variograma esférico omnidireccional; direita: mapeamento ensaios sísmicos directos por krigagem.....	94
Figura 71 - Ensaios directos. Esquerda: Secção da parede em estudo; centro: esquema malha de ensaios e valores da velocidade média obtida para cada ponto em m/s; direita: sobreposição de mapeamento dos valores obtidos pelos ensaios sísmicos directos sobre parede ensaiada	95
Figura 72 - Esquerda: variograma esférico omnidireccional; direita: mapeamento ensaios sísmicos indirectos horizontais por krigagem.....	96
Figura 73 - Ensaios indirectos horizontais. Esquerda: Secção da parede em estudo; centro: esquema malha de ensaios e valores da velocidade média obtida para cada ponto em m/s; direita: sobreposição de mapeamento dos valores obtidos pelos ensaios sísmicos indirectos sobre parede ensaiada	97
Figura 74 - Ensaios indirectos verticais. Esquerda: Secção da parede em estudo; centro: esquema malha de ensaios; direita: alinhamentos definidos.....	98
Figura 75 - Gráfico distância-tempo alinhamento A1.....	98
Figura 76 - Gráfico distância-tempo alinhamento A2.....	99
Figura 77 - Gráfico distância-tempo alinhamento A3.....	99
Figura 78 - Gráfico distância-tempo total de todos os alinhamentos.....	99
Figura 79 - Configurações ensaios indirectos e directos com chapa. a) Secção da parede em estudo com chapa instalada; b) Grelha utilizada nos ensaios indirectos com chapa (azul) e configuração do sentido das pancadas (vermelho); c) Grelha utilizada nos ensaios.....	100
Figura 80 - Gráfico distância-tempo ensaios indirectos com chapa.....	101
Figura 81 - Gráfico distância-tempo ensaios directos com chapa.....	101

Índice de anexos

ANEXO I - ENSAIOS SÓNICOS EM LABORATÓRIO – BLOCO DE GRANITO

ANEXO II - ENSAIOS SÓNICOS EM LABORATÓRIO – BLOCO DE GRANITO

ANEXO III – ENSAIOS MÉTODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE EM LABORATÓRIO

ANEXO IV - ENSAIOS MÉTODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE NO SOLAR DE LAMAS

ANEXO V - ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS- ENSAIOS DIRETOS SEM CHAPA

ANEXO VI - ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS- ENSAIOS INDIRETOS SEM CHAPA

ANEXO VII - ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS- ENSAIOS COM CHAPAS

ANEXO VIII - ENSAIOS GEORADAR NO SOLAR DE LAMAS

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A crescente preocupação com o património construído e a corrente de reabilitação de edifícios antigos têm desafiado todas as ciências na evolução de técnicas e práticas que permitam intervir no património. No âmbito da geotecnia têm sido desenvolvidas estratégias que em conjunto com a engenharia civil e arquitetura procuram encontrar formas alternativas de minimizar o impacto das intervenções de reabilitação, diminuindo as agressões causadas por ensaios de diagnóstico, testes invasivos ou propostas de recuperação exageradas que a médio longo prazo potenciam a degradação das estruturas existentes.

Em Portugal, grande parte do património edificado foi construído com recurso a alvenarias e estruturas de pedra, fundamentalmente de granito. Apesar de atualmente vivermos a época do betão e terem sido desenvolvidas tecnologias de ponta para a sua análise e caracterização, em reabilitação, o material é por excelência o granito. A necessidade de compreensão destas estruturas impulsionou o desenvolvimento de processos de diagnóstico e caracterização não destrutiva em alvenarias de granito. Os ensaios de caracterização não destrutivos permitem, quando combinados e adaptados ao objeto em estudo, fazer uma análise correta e assertiva do edifício. Em reabilitação, a caracterização do estado atual das estruturas é fundamental no planeamento da estratégia de intervenção. Apesar de existirem já alguns métodos antigos, amplamente estudados, pretende-se com esta tese abordar a temática da adaptação de alguns processos de prospeção geotécnica na caracterização de paredes de alvenaria de pedra. Na presente tese são abordados o método elétrico da resistividade, o método do georadar e o método dos ensaios sísmicos.

1.2. Objetivos

A presente dissertação surgiu com o objetivo de aprofundar o tema de caracterização de estruturas de alvenaria de pedra com recurso aos métodos seguintes métodos não destrutivos: georadar, resistividade elétrica e método dos ensaios sínicos. Esta dissertação tem como principal objetivo levantar algumas questões, procurar respostas e clarificar algumas das vantagens e desvantagens do uso destes métodos como instrumentos de caracterização de estruturas de pedra. Compreendendo a limitação de tempo, abrangência e propósito da presente dissertação foram realizados vários ensaios, em laboratório e em campo, analisados e trabalhados os dados resolvidos com intuito de aferir as suas capacidades individuais e as suas potencialidades quando usadas em conjunto e aplicar estas metodologias ao caso de estudo, o Solar de Lamas. Para alcançar o objetivo de realizar uma campanha de ensaios no Solar de Lamas com estas metodologias, foram desenvolvidos ensaios de laboratório para se adquirir prática na aplicação dos equipamentos e metodologias.

1.3. Organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em 7 capítulos e um bloco de anexos, com o objetivo de transmitir a informação recolhida e processada, as questões levantadas, as conclusões e os presumíveis desenvolvimentos futuros.

No primeiro capítulo é feita a introdução ao tema e delimitados os objetivos a serem alcançados com este trabalho. O segundo capítulo sintetiza o estado da arte da reabilitação de edifícios, as noções e a evolução histórica da construção com recurso a alvenaria de pedra, abordando também o enquadramento dos ensaios não destrutivos até à atualidade.

O terceiro capítulo surge da necessidade de expor os métodos não destrutivos em estudo, quer os seus fundamentos teóricos, assim como os seus princípios básicos do método da resistividade, método do georadar e do método dos ensaios sínicos.

Na sequência das questões levantadas nos capítulos anteriores foi realizada uma campanha de ensaios de laboratório com o objetivo clarificar, consolidar e balizar as incertezas da adaptabilidade destes métodos ao objeto de estudo da dissertação, as alvenarias de granito.

No capítulo quinto são apresentados os ensaios realizados no Solar de Lamas, bem como as dificuldades e metodologias adotadas na campanha de prospeção, assim como no tratamento e interpretação dos resultados.

No penúltimo capítulo, são apresentadas as principais conclusões retiradas na sequência da realização desta dissertação. São ainda lançadas algumas questões e apontados alguns

desenvolvimentos futuros do tema. O capítulo 7 concentra a bibliografia e todas as fontes que contribuíram para a fundamentação teórica e prática deste trabalho. Por último, em anexo a este documento, é compilada a informação obtida e processada nos ensaios de laboratório e no Solar de Lamas.

2. Estado da arte

2.1. Introdução

A defesa do património é fundamental na manutenção dos vestígios materiais da história. O desejo de defesa do património estava já presente no império romano, progredindo até à segunda metade do século XIX. Por toda a Europa, após o conflito de 1939-45, denota-se uma crescente preocupação com o património construído. A noção de monumento ultrapassa a catedral, mosteiro, palácio, formalizando-se cada vez mais numa procura de refazer, conservar o passado e resistir ao presente e futuro. Neste contexto político, económico e cultural, surge a Carta de Atenas, à qual sucede a Carta de Veneza, o ano Europeu do Património, Declaração de Amesterdão, bem como inúmeras reuniões entre historiadores de arte, arquitetos, urbanistas engenheiros e políticos. Posteriormente, em 1976, surge um novo documento importante com a conferência de Nairobi. Mundialmente desperta-se uma tendência de sensibilização da população para a problemática da conservação do património cultural, bem como, da inevitabilidade de manutenção do património construído (Choay, 2001).

À semelhança do resto da Europa, em Portugal, cerca de 80 por cento do património foi construído com recurso a estruturas de alvenaria de pedra. Desde o final da segunda guerra mundial que têm sido testadas técnicas de restauro de edifícios de alvenaria antigos. A crescente preocupação com o património impulsionou o desenvolvimento de novas técnicas e a modernização dos processos antigos de inspeção das estruturas construídas (Brandi, 2001). Ao contrário de outras estruturas, as alvenarias de granito são de difícil avaliação, uma vez que, apesar de aparentemente parecerem em bom estado, podem ter sofrido alterações profundas no seu interior. É necessário, para garantir a segurança e fiabilidade do estado da estrutura, determinar as propriedades e características mecânicas e físicas de todos os materiais para avaliar o grau de alteração (Binda, 2001a).

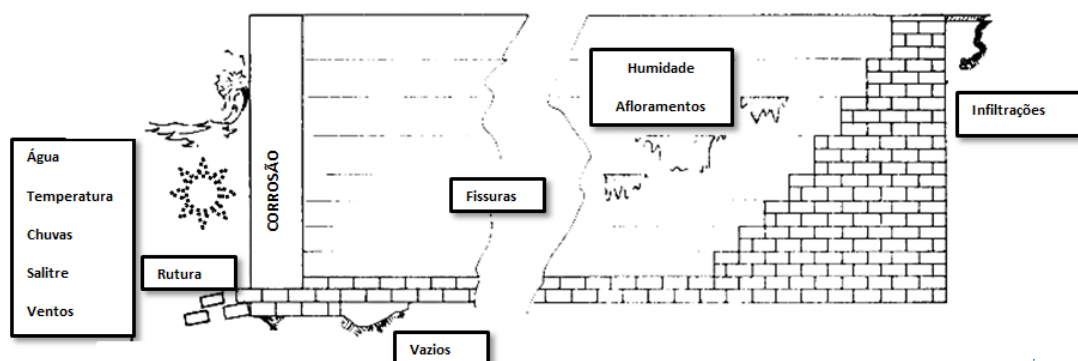


Figura 1 - Causas e patologias comuns em estruturas de alvenaria, adaptado de NAVDOCKS (1978).

Grande parte do património construído em Portugal foi estruturado com alvenaria de pedra, com diferentes geometrias. A maior parte destas estruturas antigas de alvenaria de pedra sofreu agressões físicas e biológicas ao longo do tempo, assim como, na maioria dos casos, modificações continuadas ao longo da história. De acordo com Binda (2001a) a correta avaliação da estrutura deve ser baseada num conhecimento profundo acerca do edifício: história e evolução; geometria; detalhes estruturais; padrão de danos e mapa de degradação do material; técnicas de construção e materiais utilizados; propriedades dos materiais e estabilidade da estrutura.

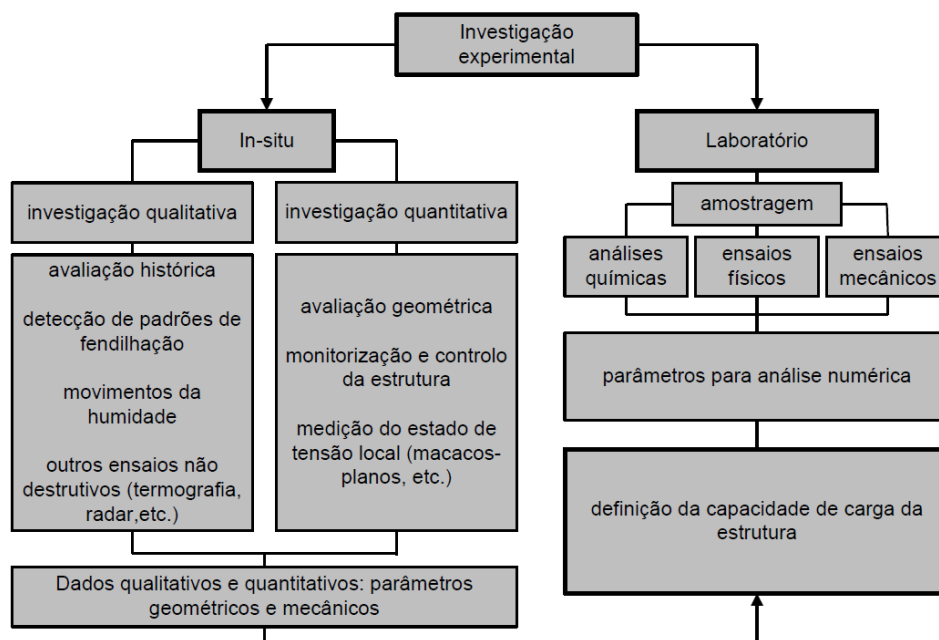


Figura 2 - Organização de um estudo de investigação para a realização de uma análise estrutural, adaptado de Guimarães (2009).

Os métodos de análise não destrutivos são um instrumento imprescindível no diagnóstico e determinantes na manutenção das estruturas existentes. Conforme figura 1 são várias as patologias que uma estrutura pode apresentar e requerer intervenção. Uma correta análise da estrutura é fundamental para definir a abordagem a seguir e avaliar o nível de deterioração. A figura 2 ilustra um exemplo de organização de uma investigação de análise estrutural.

2.2. Caracterização de paredes de alvenaria de pedra

Por alvenaria designa-se o conjunto de elementos de média dimensão (pedras, tijolos, blocos ou madeira) sobrepostos e arrumados, ligados ou não por argamassa, formando paredes, pontes, fundações ou muros (Branco, 2012). As construções de alvenaria antigas como os castelos, palácios ou templos religiosos marcam presença por todo o mundo e atravessaram gerações (figura 3). A sua preservação é um especto essencial na sociedade atual, visto que o interesse histórico aliado à capacidade de se tornarem locais de atracção turística, faz com que estes contribuam para a economia das respetivas cidades e países. As estruturas de alvenaria de pedra são extremamente antigas que chegam até aos dias de hoje em todo mundo e como símbolo do poder dos impérios através da construção. Após a segunda guerra mundial o aço e o betão começaram a ser os materiais de eleição substituindo as construções em alvenaria e dando lugar à estagnação da evolução das técnicas de construção em alvenaria de pedra.



Figura 3 - Construções em alvenaria de pedra, adaptado de Branco (2012).

A arquitetura e as construções civis, religiosas e militares chegaram até aos nossos dias em razoável estado de conservação. Em Portugal, este património apresenta alguma heterogeneidade de materiais e técnicas construtivas utilizadas ao longo do tempo, provavelmente devido à disponibilidade de materiais e meios de transporte, questões de cultura regional e mão-de-obra disponível. Neste sentido, não existe um padrão construtivo único. A maioria dos edifícios antigos é constituída por fundações e paredes de alvenaria de pedra, por vezes armada com madeira. Regra geral as construções apresentam: fundações, paredes resistentes ou mestras em pedra, pavimentos, tetos, coberturas e escadas, em geral de madeira (Pinho, 2000). Transversalmente as paredes estruturais de alvenaria de pedra são caracterizadas pela irregularidade geométrica.

Na maioria dos casos, as paredes correspondiam ao prolongamento das fundações em altura. A espessura das paredes é regra geral inferior à espessura das fundações. Estas construções apresentam um comportamento estrutural com mecanismos de rotura relativamente frágil. A caracterização das alvenarias deve considerar um estudo detalhado do aparelho (Figura 4)

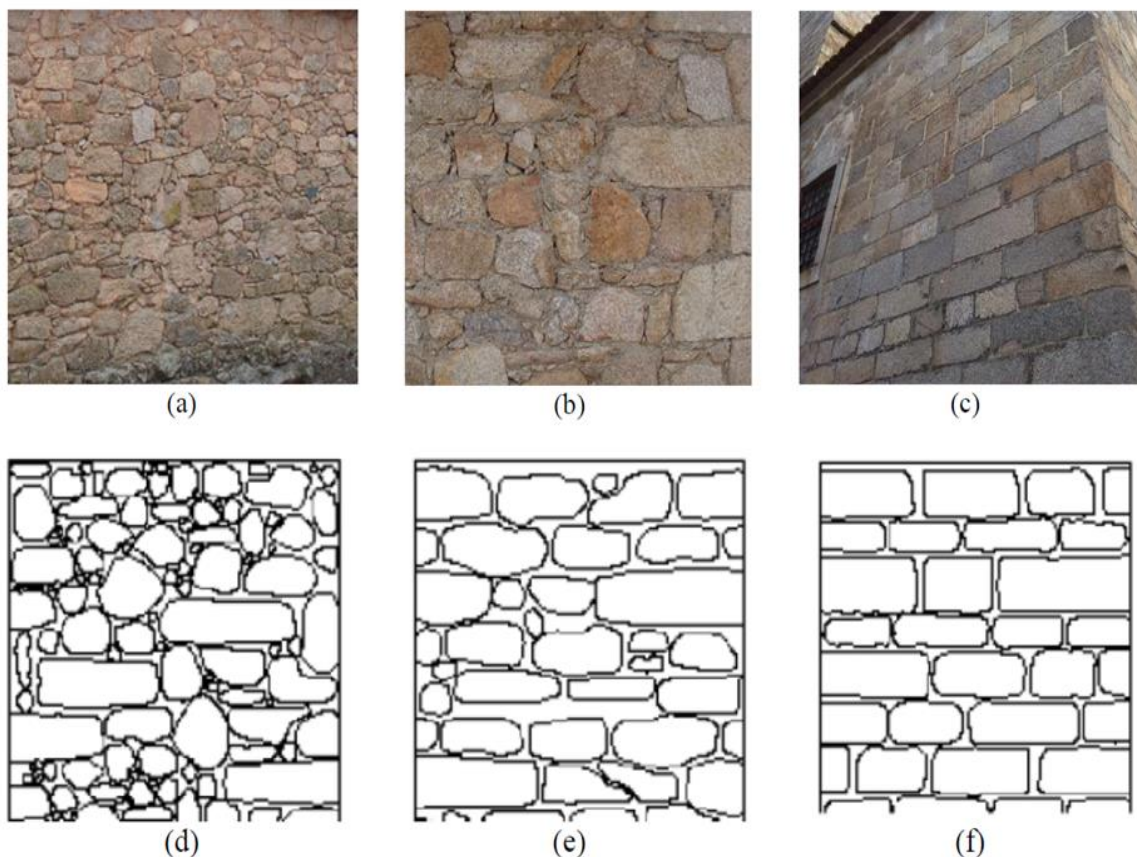


Figura 4 - Classificação das alvenarias de pedra quanto ao tipo de aparelho (adaptado de Roque, 2002) (a, d) – juntas desalinhadas; (b, e) – juntas irregulares alinhadas; (c, f) – juntas regulares alinhadas.

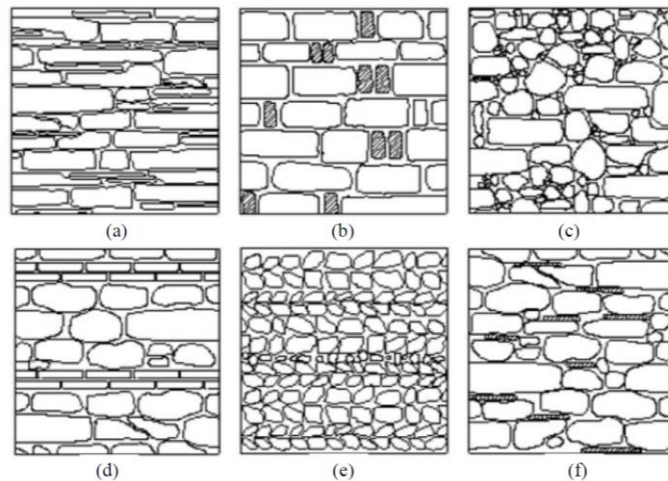


Figura 5 - Classificação das alvenarias quanto ao tipo de assentamento, (adaptado de Roque, 2002), (a) horizontal; (b) horizontal / vertical; (c) aleatório; (d) escalonado com fiadas de regularização (e) em espinha; (f) com cunhas ou calços.

Por outro lado, a dimensão dos blocos de alvenaria tem impacto na estabilidade global das paredes uma vez que a resistência das forças verticais está relacionada com a espessura da parede, pois quanto menor é a espessura dos blocos utilizados, menor é a resistência às forças. As paredes de alvenaria de pedra podem ser divididas em quatro tipos de construção:

- Alvenaria de pedra seca;
- Alvenaria mista;
- Cantaria;
- Alvenaria ordinária ou tradicional.

2.2.1. Alvenaria de pedra seca

A alvenaria de pedra seca, figura 6, pode ser considerada como uma técnica de construção que dispensa o uso de argamassa na ligação das pedras entre si (Branco, 2012). Esta tendência construtiva teve grande expressão no norte do país e aparece muito associada a muros de vedação de habitações ou propriedades.



Figura 6 - Alvenaria pedra seca, adaptado de Branco (2012).

2.2.2. Alvenaria mista

Conforme o nome indica, as construções de alvenaria mista são formadas por pedras de diversos tamanhos e origens, como granito, calcário ou xisto, misturadas entre si (figura 7). Esta tipologia tem expressão considerável em Lisboa na zona da baixa pombalina, nas construções posteriores ao terramoto (Pinho, 2007).

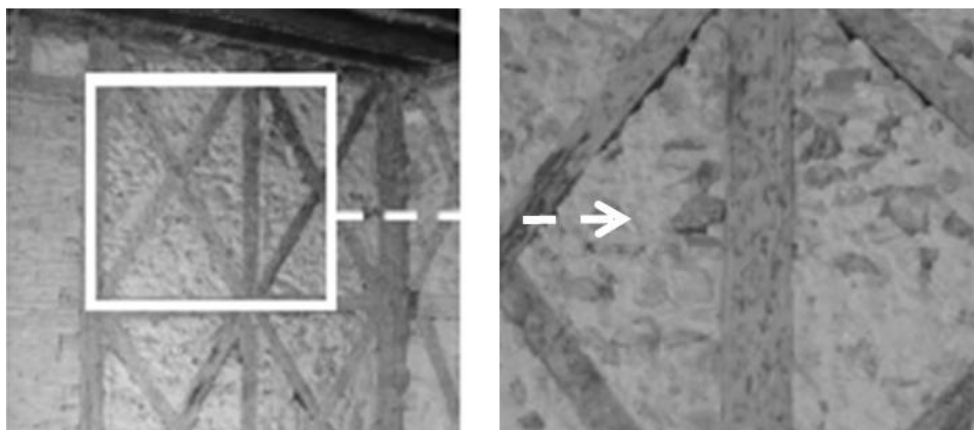


Figura 7 - Alvenaria mista, adaptado de Roseiro (2012).

2.2.3. Alvenaria cantaria

A técnica de construção de cantaria está associada a um trabalho pormenorizado com matéria-prima privilegiada e com um elevado sentido estético, pelo que esta tipologia apenas aparece associada a construções de grande dimensão como igrejas, palácios, casas senhoriais, colunas, cunhais e pilastras (Pinho, 2007). As imagens da figura 8 ilustram um exemplo da aplicação de alvenaria de cantaria.



Figura 8 - Parede cantaria, convento de Jesus em Setúbal, adaptado de Roseiro (2012).

2.2.4. Alvenaria ordinária ou tradicional

A alvenaria ordinária ou tradicional era a tipologia mais comum, com principal incidência em zonas urbanas (figura 9). Normalmente estas estruturas são compostas por fundações, paredes-mestras exteriores e interiores em edifícios de maior dimensão (Pinho, 2007). A alvenaria tradicional apresenta normalmente maior resistência à compressão, menor resistência a esforços de corte e reduzida resistência à flexão. A espessura destas paredes pode atingir 1,30 metros (Appleton 2003).

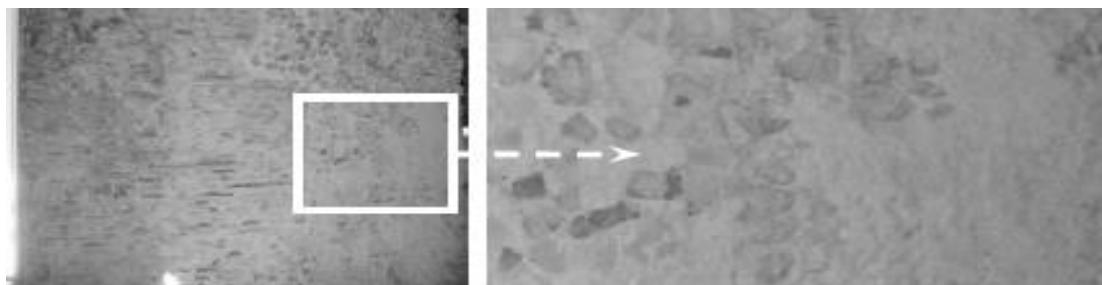


Figura 9 - Parede alvenaria ordinária ou tradicional, adaptado de Roseiro (2012).

Para além das características e dimensão dos blocos que constituem a parede, as alvenarias podem ser caracterizadas quanto ao seu perfil transversal. Podem ser considerados três tipos principais de perfil em alvenarias de pedra: paredes de folhas simples, paredes de folhas duplas e paredes de folhas triplas (Appleton 2003).

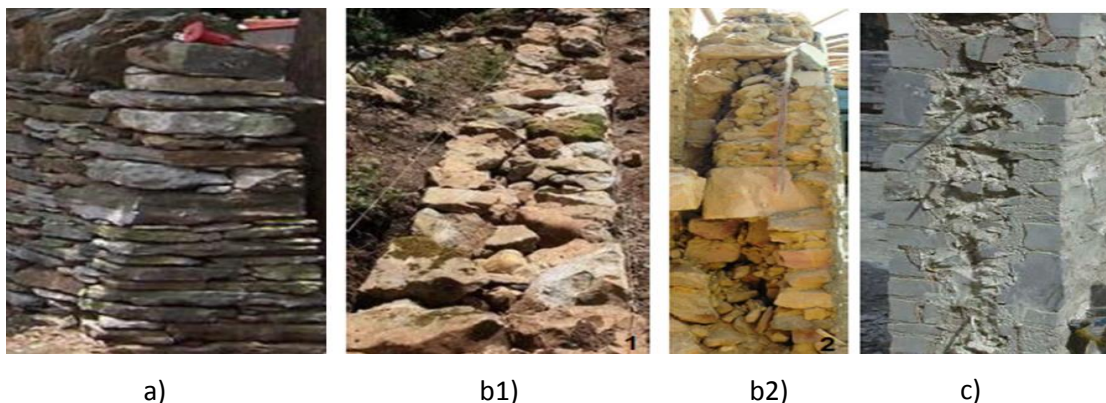


Figura 10 - Classificação de secções de paredes de alvenaria de pedra: a) folha simples; b1) folha dupla sem paramentos; b2) folha dupla com paramentos; c) folha tripla, adaptado de Roseiro (2012).

As paredes de folha simples podem ser constituídas por perpianhos secos ou com reboco ou por uma fila vertical de blocos de pedra de média dimensão. As paredes de duas folhas são realizadas por folhas completamente separadas e de junta vertical ao longo da parede. A junta pode ser seca ou preenchida por argamassa. Conforme figura 10 as paredes de folha dupla podem conter paramentos transversais, de sobreposição simples através de perpianhos e travadouros. A

configuração mais comum das paredes de três folhas consiste em duas folhas exteriores de regularidade razoável separadas por uma camada interior de qualidade inferior. Este núcleo interior é composto por material de enchimento com material grosseiro que pode ser aplicado solto ou unido por argamassa (Roseiro, 2012).

2.3. Métodos de caracterização não destrutiva

Os ensaios não destrutivos podem ser aplicados em estruturas antigas ou novas. Em estruturas novas a utilização destes métodos incide sobre a manutenção e monitorização. A utilização destes métodos em construções existentes tem como objetivo a verificação da integridade e adaptação da estrutura. Nos dois casos os ensaios devem ser os mais completos e complementares possíveis recorrendo-se à utilização de diversas técnicas de investigação para garantir a fiabilidade dos resultados (Blinda, 2001a). Os ensaios não destrutivos são um aliado essencial no diagnóstico de patologias. O diagnóstico é o primeiro passo na reabilitação e conservação do património. Quando um edifício denota um conjunto significativo de patologias é realizado um estudo de diagnóstico para se definir o tipo de intervenção necessária (Freitas, 2008). Por diagnóstico pode ser entendido como o conjunto de procedimentos destinados a garantir o conhecimento do edifício ou estrutura, assim como a avaliação do seu estado de conservação e segurança (Appleton, 2002). A utilização de métodos não invasivos é atualmente muito usada no âmbito da geotecnia e da engenharia civil como instrumento de análise e diagnóstico. Dentro dos métodos de análise podemos distinguir duas técnicas principais: os ensaios não destrutivos (NDT) e os ensaios mediantemente ou semi-destrutivos. Os ensaios não destrutivos têm como principal vantagem não alterar ou introduzir alterações na estrutura. Do ponto de vista mecânico é extremamente importante principalmente em estruturas com danos a patologias (Binda 2001a). Os diferentes métodos não destrutivos permitem (Clark, 2003; Binda, 2001a):

- Identificar elementos ocultos da estrutura;
- Classificar a alvenaria e os materiais quanto à sua homogeneidade;
- Avaliar a extensão dos danos em estruturas deterioradas;
- Avaliar vazios e cavidades das estruturas;
- Determinar o teor de humidade do objeto;
- Detetar destacamentos superficiais;
- Caracterizar e classificar mecanicamente a alvenaria;
- Caracterizar propriedades mecânicas e físicas da argamassa e dos blocos de pedra.

A par dos ensaios não destrutivos *in situ* podem ainda ser feitos ensaios de laboratório como complemento do diagnóstico das estruturas, através de recolha de amostras. Contudo, a recolha

de amostra pode ser difícil uma vez que para ensaios mecânicos são geralmente necessárias amostras de média dimensão. Por outro lado, a recolha de amostras em estruturas danificadas pode agravar as suas patologias. Neste sentido o número de amostras deve ser o mais reduzido possível. Os parâmetros de deformabilidade e resistência, como o módulo de Young e coeficiente de Poisson, muito dificilmente podem ser extrapolados para a restante alvenaria. Como as paredes de alvenaria são na sua maioria aparelhos compostos por diferentes pedras, será incorreto extrapolar resultados a partir de uma amostra para o conjunto. Ou seja, para uma análise fidedigna seria necessário pelo menos uma amostra de cada pedra que compõe a alvenaria e da argamassa de união, procedimento incompatível para paredes de alvenaria composta por granulometria pequena. Com os ensaios *in situ* é possível determinar posteriormente algumas características mecânicas das alvenarias. Os ensaios não destrutivos e semi-destrutivos mais utilizados em paredes de alvenaria são:

- Método elétrico da resistividade;
- Método do georadar;
- Método dos ensaios sísmicos;
- Método de inspeção visual;
- Método de injeção de líquido penetrante;
- Método de ensaio de partículas magnéticas;
- Método da termografia;
- Método de ensaio de Eddy;
- Método da radiografia;
- Método ultrassónico;
- Método dos macacos planos.

2.3.1. Método elétrico da resistividade

Este método geofísico tem como princípio de funcionamento medir a diferença de potencial elétrico entre locais específicos com a injeção controlada de corrente elétrica, contínua ou alternada (Sjödahl, 2006) de baixa frequência. Genericamente o processo consiste em injetar corrente elétrica no meio em estudo através de elétrodos de corrente (A e B) e medir a diferença de potencial resultante entre outro par de elétrodos (elétrodos de potencial N e M). Como principais vantagens o método apresenta a pequena dimensão, a portabilidade do equipamento e a rapidez em obter resultados sem alterar ou danificar o objeto em estudo. Como principal limitação apresenta a necessidade de técnicos especializados na interpretação dos resultados.

2.3.2. Método do georadar

O princípio físico de funcionamento do GPR consiste na emissão de ondas eletromagnéticas geradas por um impulso de alta frequência repetidamente emitidas para o objeto em estudo por uma antena transmissora. A profundidade e alcance das ondas estão relacionados com a frequência do sinal e as características eletromagnéticas dos materiais, tais como a permissividade dielétrica, permeabilidade magnética e condutividade elétrica (Stratton, 1941). Como vantagens, o método apresenta a facilidade de aquisição e a adaptabilidade do equipamento a vários materiais. Os dados adquiridos permitem, em campo e em tempo real, uma primeira análise e podem posteriormente ser tratados com recurso a *software* apropriados. Como principal desvantagem o método apresenta a sensibilidade a objetos que emitem radiação eletromagnética como telemóveis, podendo causar ruído.

2.3.3. Método sínico

O método sínico tem como princípio a aplicação de impulsos sínicos e a sua receção após propagação através do material. É gerada uma onda através de um aparelho eletrodinâmico e registada a sua passagem por um recetor, normalmente designado por acelerómetro. Os resultados são obtidos através do cálculo da velocidade, com base no tempo que demorou o impulso gerado a percorrer a distância e ser recebido pelo recetor (acelerómetro). Estes ensaios têm sido utilizados na caracterização de paredes de alvenaria, para determinar possíveis vazios, fissuras, alterações e deformações da estrutura, essencialmente, como instrumento de diagnóstico da solução e definição de abordagem de reparação ou manutenção a seguir (Blinda, 2001b). O método apresenta como principais vantagens a preservação da estrutura conforme estado inicial, ao contrário de outros métodos semi-invasivos, como os macacos planos e, durante o ensaio não introduz tensões ou perturbações na estrutura. Com os dados obtidos é possível calcular os módulos elásticos do objeto de estudo. Como principais desvantagens apresenta a morosidade na aquisição dos dados e o elevado número de leituras. Por outro lado, a heterogeneidade do material dificulta a interpretação e tratamento dos resultados.

2.3.4. Método de inspeção visual

A inspeção visual é um dos métodos mais empíricos e antigos de análise de estruturas. Muitas vezes esquecido no planeamento das campanhas de análise do edifício é um método que permite de forma quase imediata identificar zonas de potenciais patologias. Atualmente a inspeção visual têm ao seu dispor técnicas que permitem aferir, calibrar e registar aquilo que a visão do técnico

deteta. Alguns exemplos destes equipamentos são lentes de diferentes cores, lentes de aumento, espelhos, baroscópio e lanternas (Ford, 2001). Os testes visuais incluem a verificação da condição da superfície do componente, verificação dos alinhamentos das superfícies de contacto, verificação da geometria e alinhamento das superfícies de contacto, verificação das evidências de vazamento e de defeitos laterais e internos. O método apresenta como vantagem a simplicidade e rapidez do processo e a capacidade de registar imagens durante todo o diagnóstico. Como desvantagens apresenta a dependência da sensibilidade do operador e o condicionalismo da resolução ocular (IAEA, 2002).

2.3.5. Método de injeção de líquido penetrante

Este método é normalmente utilizado na deteção de fraturas superficiais das estruturas. Este método consiste na aplicação de um líquido na superfície em análise, durante determinado período de tempo. O excesso é removido, a superfície é seca e são analisados os parâmetros de penetração do líquido. Este método é largamente utilizado em materiais não magnéticos para os quais inspeção por partículas magnéticas não é possível. O método apresenta como vantagens: custo relativamente baixo, portabilidade, sensibilidade do método a pequenas fissuras, aplicabilidade em vários materiais e capacidade de inspeção em áreas de dimensão elevada. Como limitações principais apresenta: a necessidade de garantir a correta limpeza da superfície (de poeiras, óleos, tinta, ferrugem), apenas deteta fissuras e descontinuidades na superfície do objeto, não pode ser utilizado em superfícies porosas, pode ser verificada dificuldade na remoção do líquido penetrante danificando a estrutura (IAEA, 2002).

2.3.6. Método de ensaio de partículas magnéticas

Este método é utilizado para testar materiais facilmente magnetizado, permite detetar fissuras e alterações superficiais usando um campo magnético induzido em volta do objeto, composto por linhas de força magnéticas. Dependendo da aplicação podem ser utilizadas diferentes técnicas de magnetização: técnica de corrente contínua e técnica de fluxo magnético. Este método apresenta como vantagem a portabilidade do equipamento e, comparativamente com o método anterior, pode ser realizado em superfícies sujas e irregulares. É um método compatível com a deteção de fissuras finas e geometrias complexas. Como limitações apresenta a limitação de aplicabilidade a materiais ferro-magnéticos, as correntes geradas podem danificar as peças teste e obriga à desmagnetização após a realização do ensaio o que por vezes pode ser moroso e difícil. (IAEA, 2002)

2.3.7. Método da termografia

A termografia é um método de determinação e representação da temperatura superficial de um corpo através dos níveis de radiação infravermelha emitida pela sua superfície. Através dos termogramas é possível identificar perdas de cargas térmicas no edifício; identificar pontos de humidade e detetar infiltrações não aparentes. Apresenta como vantagem a portabilidade do equipamento, a rapidez de resultados e a possibilidade de ser utilizado em diferentes materiais. Este método apresenta como limitação o facto de ser necessário operador qualificado na aquisição e leitura dos resultados e por ser um equipamento de custo elevado (IAEA, 2002)

2.3.8. Método de ensaio de Eddy

Normalmente é utilizado na caracterização de alterações superficiais dos materiais e permite estimar a dimensão dos componentes, no caso da alvenaria, das diferentes camadas constituintes. Este método é aplicável apenas aos materiais eletricamente condutores. Apresenta como vantagens a rapidez na obtenção de resultados, a sensibilidade a pequenas fraturas e a capacidade de medir a espessura de revestimento. Como desvantagens, este método apresenta elevada sensibilidade a variações de superfície. (IAEA, 2002).

2.3.9. Método da radiografia

O método da radiografia tem como princípio expor o objeto em estudo a raios X ou gama. A intensidade dos raios é modificada com a penetração dos raios no objeto, de acordo com a estrutura interna do objeto. No final obtém-se uma imagem fotográfica. Este método apresenta como vantagens a compatibilidade com diversos materiais e objetos, permite identificar alterações interiores do objeto como desalinhamentos. Como principais desvantagens apresenta a necessidade de se ter acesso às duas faces do objeto e o perigo associado à radiação, condicionando o período de exposição e a proximidade do operador durante o processo. Este método apresenta ainda as limitações do facto de não conseguir detetar imediatamente defeitos em alterações planas e da sensibilidade de inspeção ser condicionada pela espessura do objeto, uma vez que diminui com o aumento da espessura (IAEA, 2002).

2.3.10. Método ultrassónico

O método ultrassónico é um dos processos mais utilizados na caracterização com recurso a métodos não invasivos pela sua rapidez e baixo custo. Neste método são introduzidas ondas de alta frequência no objeto em estudo. Normalmente as inspeções ultrassónicas são realizadas com

frequências entre 0,5 e 20 MHz. A intensidade das ondas é medida após reflexão em interfaces ou é medida na superfície oposta da amostra. A reflexão é detetada e analisada permitindo diagnosticar falhas ou alterações no objeto. O grau de reflexão depende do estado físico da matéria, do lado oposto da interface. Este processo é usado na detecção de alterações de material e caracterização da espessura, bem como na determinação das propriedades mecânicas da matéria. Apresenta como vantagens a elevada sensibilidade, a elevada capacidade de penetração e precisão na medição do tamanho e posição das alterações, bem como apenas ser necessário ter acesso à superfície da amostra. Como principal desvantagem apresenta o condicionalismo da geometria do equipamento. As superfícies irregulares podem ser um problema durante a inspeção, uma vez que a orientação do equipamento afeta a detecção de alterações. Por outro lado, este método apresenta como limitação a dificuldade de inspeção em materiais com microestrutura de grãos grosseiros (IAEA, 2002).

2.3.11. Método dos macacos planos

O método de ensaio com macacos planos é normalmente utilizado para determinar o estado de tensão e caracterização da deformabilidade de alvenarias e outros elementos estruturais. O ensaio caracteriza-se pela criação de um estado tensão na alvenaria através da aplicação de cargas pontuais distribuídas pelos macacos planos. A injeção de óleo provoca o aumento de volume e consequentemente um estado de tensão. A leitura dos resultados permite determinar a deformabilidade e resistência do objeto em estudo. Este método apresenta como vantagem principal permitir caracterizar as alvenarias do ponto de vista da deformabilidade e estado de tensão ajudando a definir o método de intervenção mais adequado para a preservação e recuperação da estrutura. Como principais desvantagens apresenta a obrigatoriedade de alteração da estrutura inicial pela necessidade de realizar rasgos na estrutura, bem como as consequências da tensão introduzida durante o ensaio (IAEA, 2002).

3. Métodos geofísicos utilizados

3.1. Generalidades

Conforme referido no capítulo anterior, a necessidade de preservar o património edificado, desafiou a evolução de processos de análise e caracterização de estruturas. No âmbito da presente dissertação serão abordados os seguintes métodos geofísicos de análise e caracterização: Resistividade Elétrica, Sísmicos e Georadar.

O Método da Resistividade Elétrica é frequentemente utilizado em prospeção geofísica como processo de caracterização das camadas do subsolo. Genericamente o processo consiste em injetar corrente elétrica no objeto através de elétrodos de corrente (A e B) e medir a diferença de potencial resultante entre outro par de elétrodos (elétrodos de potencial N e M).

O método do georadar é frequentemente utilizado em prospeção e consiste na emissão de ondas eletromagnéticas geradas por um impulso de alta frequência repetidamente emitidas para o objeto em estudo por uma antena transmissora. A profundidade e alcance das ondas estão relacionados com a frequência do sinal e das características elétricas dos materiais, como a permissividade dielétrica, permeabilidade magnética e condutividade elétrica do objeto.

O Método dos ensaios sísmicos é um processo geofísico, tem como princípio a indução de impulsos sísmicos e a leitura da sua reflexão através do material. É gerada uma onda através de um aparelho eletrodinâmico e registada a reflexão num recetor, normalmente designado de acelerómetro. Através do cálculo da velocidade é possível determinar as suas propriedades mecânicas. Estes ensaios têm como fundamento processos e metodologias utilizadas em prospeção geotécnica como métodos de inspeção geofísica. Inicialmente desenvolvidos para solos têm progressivamente conquistado lugar na caracterização de estruturas. Estes ensaios, quando associados, permitem a análise do interior do objeto sem que seja necessário destruir a estrutura, recolher amostras ou introduzir cargas prejudiciais às estruturas. Estes três métodos têm sido estudados por vários autores. Através dos resultados obtidos é possível calcular o módulo de

elasticidade e definir a mecânica das rochas que compõem a parede de alvenaria. Neste capítulo são abordados os três métodos em estudo do ponto de vista da evolução de cada uma destas tecnologias, assim como o princípio de funcionamento, os fundamentos teóricos associados a cada método, as vantagens e dificuldades de aplicação destes métodos em alvenarias, os equipamentos e os diferentes processos de aquisição, bem como diferentes metodologias de tratamento de dados conhecidos e estudados.

3.2. Método elétrico da resistividade

3.2.1. Enquadramento

As experiências com fenómenos elétricos são uma realidade presente desde a Grécia antiga até aos dias de Hoje. Entre finais do século XVIII e início do século XIX os conhecimentos da eletricidade são sintetizados graças ao contributo de Karl Friedrich Gauss, Michael Faraday, James Clerk Maxwell e George Simon Ohm, no estudo da eletricidade e do magnetismo. As leis estabelecidas pelo físico Simon Ohm, conhecidas como Leis de Ohm, que determinam a resistência elétrica dos condutores, são um marco importante para o desenvolvimento da técnica. Posteriormente, em 1920, é utilizado o método de resistividade elétrica fruto do trabalho desenvolvido pelos irmãos Schlumberger e pela escola de Wenner (Haartsen, 1997).

Na década seguinte, o físico francês Raymond Maillet e o matemático Sabba S. Ștefănescu procuraram respostas para a problemática da propagação de correntes elétricas constantes em meios isotrópicos e anisotrópicos, soluções essenciais para a correta execução e interpretação dos dados das sondagens elétricas (Schlumberger, 1930). Na década de 30, com o trabalho de Ștefănescu surgem as primeiras soluções para a distribuição de potenciais em meios estratificados e com o trabalho de Maillet e Doll sobre a anisotropia e as equações essenciais da prospeção elétrica. Durante décadas foram vários os autores que discutiram os fundamentos teóricos e práticos do método de prospeção por resistividade elétrica (Telford et al. 1990). As constantes evoluções tecnológicas têm potenciado alterações nos equipamentos geo-elétricos e incentivado novos trabalhos científicos em diversas áreas. No ramo da hidrogeologia têm sido desenvolvidos trabalhos inovadores na aplicação de sondagens verticais na estimativa das dimensões verticais de unidades Hidrogeológicas (Cutrim, 2008). No ramo da geologia foram desenvolvidos estudos sobre a aplicação do método da resistividade na determinação de decomposição de rochas cristalinas (Davino, 1970). É ainda de referir os estudos desenvolvidos no âmbito da engenharia geotécnica e da engenharia civil, de entre os quais experiências da aplicação de ensaios de resistividade para determinação do grau de humidade em ruínas históricas (Sass, O. & Viles, H.

2006), caracterização da distribuição de humidade em alvenarias de pedra (Sass, O. 2003) assim como o recurso a este método para a caracterização de alvenarias em edifícios histórico. Recentemente têm sido feitos ensaios de aquisição vertical de monitorização de alvenarias sujeitas à injeção de água (Sass, O. & Viles, H.A. 2010).

3.2.2. Princípios básicos

O método da resistividade elétrica baseia-se no estudo de potencial elétrico gerado entre campos elétricos existentes ou criados artificialmente. A medição da resistividade elétrica é um dos métodos favoritos da geofísica, têm sido testado em diversos meios como ferramenta de caracterização do subsolo e das estruturas geológicas (Roman, 1951). Este método geofísico tem como base medir a diferença de potencial elétrico entre locais específicos com a injeção controlada de corrente elétrica, contínua ou alternada (Sjödahl, 2006). Ao contrário de outros métodos apresentados no capítulo anterior, o método da resistividade possui a vantagem de ser adaptável a uma ampla variedade de materiais, motivo fundamental para a sua aplicação em diferentes propósitos (Loke, 1999).

Em prospeção de solos, com recurso ao método da resistividade, é injetada corrente elétrica no terreno através de um par de elétrodos (elétrodos de corrente A e B) e é medida a diferença de potencial resultante entre outro par de elétrodos (elétrodos de potencial N e M), conforme figura 11.

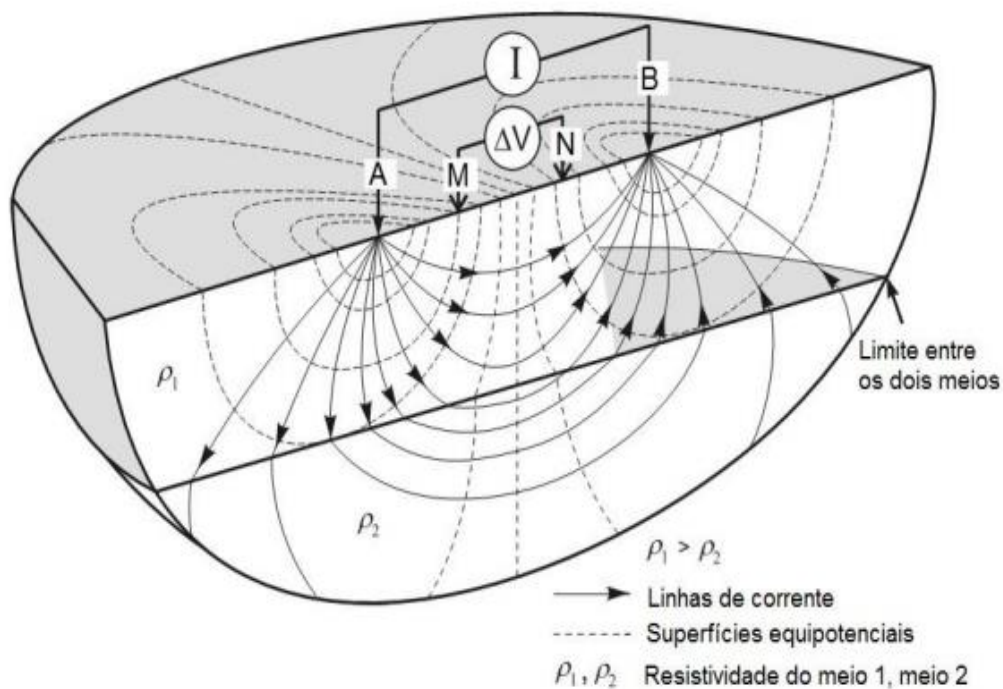


Figura 11 - Modelo esquemático do método da Resistividade Elétrica, adaptado de Knodel (2007).

A resistividade pode ser assim calculada considerando as distâncias entre os elétrodos, a corrente aplicada e a leitura da diferença de potencial, com base nos princípios da Lei de Ohm. O resultado será a resistividade do solo ou o seu inverso, a condutividade. As frequências a utilizar em prospeção são preferencialmente baixas, uma vez que a profundidade da penetração diminui com o aumento da frequência (Gergsson, 2013).

3.2.3. Lei de Ohm

A primeira lei de Ohm define que um condutor mantido à mesma temperatura, a intensidade de corrente elétrica será proporcional à diferença de potencial aplicada entre as extremidades, ou seja, a sua resistência elétrica seria constante. Teoria representada pela fórmula (3.1) em que R é a resistência (Ω), V o diferencial de potencial elétrico e I a intensidade da corrente elétrica.

$$R = \frac{V}{I} \quad (3.1)$$

Segundo a lei de Ohm a resistência elétrica de um material é diretamente proporcional ao seu comprimento, inversamente proporcional à sua área de secção e depende do material de que é constituído, sendo representado pela fórmula (3.2). Em que R é a resistência (Ω), ρ resistividade do condutor, L comprimento e A a área de secção transversal (Hersir, 2009):

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L} \quad (3.2)$$

De acordo com a segunda a lei de Ohm $V = I \cdot R$ e a partir da equação 3.2, sabendo que $R = \rho \cdot l / A$, aplicando a equação 3.3, V/L representa o gradiente potencial através do volume e I a densidade de corrente. Genericamente, a densidade de corrente é dada pela derivada parcial da potencial dividida pela resistividade (Kearey, 1984)

$$\frac{V}{L} = \frac{\rho \cdot I}{A} = R \quad (3.3)$$

3.2.4. Resistividade aparente

Um dos condicionalismos deste método tem origem na heterogeneidade e anisotropia do meio. Os valores da área e comprimento dependem da geometria e da movimentação dos eléctrodos no meio. A resistividade medida é designada por resistividade aparente que é expressa pela fórmula (Reynolds, 1997):

$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (3.4)$$

Onde K será o fator geométrico que depende da geometria dos eléctrodos, pode ser traduzido por:

$$K = 2 \cdot \pi \cdot Ga \quad (3.5)$$

Sendo:

$$G = \frac{1}{\frac{1}{n} + \frac{2}{n+1} + \frac{1}{n+2}} \quad (3.6)$$

Desenvolvendo esta equação temos:

$$K = \pi \cdot n (n + 1) \cdot (n + 2) \cdot a \quad (3.7)$$

K – fator geométrico dependente do espaçamento entre os eléctrodos (AB e MN)

ΔV – diferença de potencial entre os eléctrodos (MN)

ρ_a – Resistividade aparente da superfície

I – corrente injetada pelos eléctrodos (AB)

n- nível de investigação em profundidade

a- distância entre eléctrodos

3.2.5. Técnicas de aquisição

São conhecidas e frequentemente utilizadas, em prospeção geofísica, cinco técnicas de aquisição no método da resistividade:

- Sondagem Elétrica Vertical (SEV);
- Caminho elétrico (CE);
- Perfilagem Elétrica (PERF).

- Mapeamento 2D horizontal
- Blocos 3D

A principal diferença entre estes processos está na forma como se obtêm os parâmetros físicos em estudo, na geometria que será seguida na aquisição e no objetivo da pesquisa.

As configurações eletrônicas mais utilizadas na aquisição são a Schumberger, Wenner, Dipolo-Dipolo e Polo-Dipolo.

3.2.6. Configuração de Wenner

A configuração Wenner é frequentemente utilizada pela sua simplicidade e rapidez de aplicação. Neste método os eléctrodos são espaçados igualmente ao longo do perfil de aquisição onde se pretende medir a resistividade (ρ). As distâncias devem ser respeitadas com a máxima exactidão possível para permitir uma leitura dos resultados coerente e realista.

Conforme figura 12 é injetada corrente nos pontos C1 e C2 e registado o aumento de potencial nos eléctrodos P1 e P2. Esta diferença de potencial será interpretada pelo equipamento.

Partindo destes princípios e de acordo com o esquema da figura 12 (Kindermann,1991) e simplificando a formula de Palmer, a equação que traduz a resistividade (ρ) na configuração de Wenner é dada por:

$$\rho = 2\pi a R \quad (3.8)$$

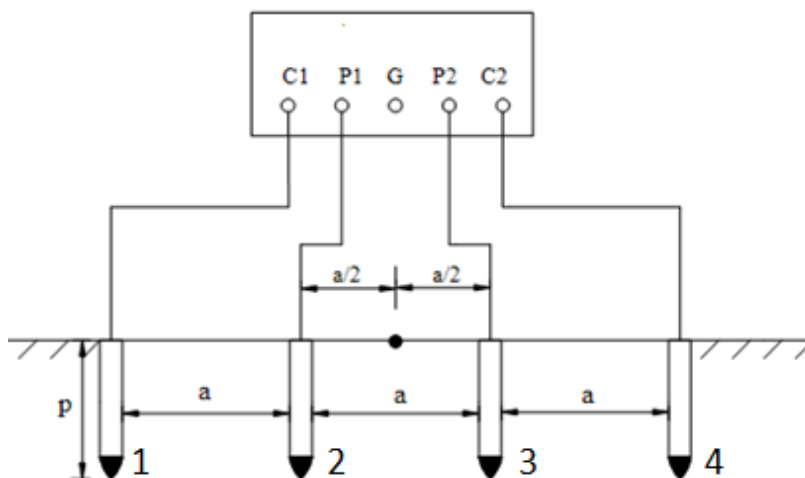


Figura 12 - Esquema configuração Wenner adaptado de (KINDERMANN,1991).

3.2.7. Profundidade de investigação

De acordo com Loke (1999), a profundidade média de investigação (Z_e) relaciona-se com a distância entre electrodos ou a total sendo, para a configuração. De acordo com o autor, 58% da distribuição de corrente que passa entre eléctrodos ocorre a uma profundidade igual ao espaçamento entre pontos. Segundo Loke (1999) no cálculo da resistividade devem ser consideradas e implementadas as ponderações da tabela 1.

Array type	z_e/a	z_e/L
Wenner Alpha	0.519	0.173
Wenner Beta	0.416	0.139
Wenner Gamma	0.594	0.198

Tabela 1 - Ponderações no cálculo da profundidade média de investigação por método da resistividade, adaptado de Loke (1999).

3.2.8. Fatores que influenciam a resistividade

A resistividade dos solos e rochas pode ser influenciada por diferentes fatores como a quantidade de água, a porosidade, a salinidade, a resistividade da água e até mesmo com a quantidade de minerais metálicos. Deve ser considerado que alguns minerais podem gerar entre si um campo elétrico de potencial espontâneo. De acordo com alguns autores a resistividade das rochas depende dos seguintes fatores (Hersir, 2009):

- Saturação;
- Salinidade da água e composição da água;
- Temperatura;
- Interação e alteração da água;
- Pressão;
- Porosidade e morfologia do maciço.

Genericamente resistividades mais elevadas estão associadas a rochas ígneas. As rochas sedimentares tendem a ser mais condutoras por terem um elevado teor de fluido. As rochas metamórficas apresentam por norma resistividades intermédias. Nesta linha de raciocínio, os granitos e quartzitos têm altas gamas de resistividade, o arenito e xisto apresentam intervalos de resistividade intermédios (Bernard, 2003). Para além destas reflexões, na caracterização devem ser considerados os valores típicos de resistividade dos diferentes materiais (tabela 2):

Rocha	Resistividade ($\Omega\text{m.m}$)	Condutividade (mS/m)
Granito (úmido e seco)	$4,5 \times 10^3 - 1,3 \times 10^6$	0,0008 – 0.22
Gabro	$10^3 - 10^6$	0,001 - 1
Xisto	$20 - 10^4$	0,1 - 50
Mármore	$100 - 2,5 \times 10^8$	0,000004 - 10
Quartzito	$10 - 2 \times 10^8$	0,000005 - 100
Argilito	10 - 800	1,25 - 100
Calcário	$50 - 10^7$	0,0000001 - 20
Argila (úmida e seca)	1 - 100	10 - 1000
Areia (úmida e seca)	1 - 10^4	0,1 - 1000
Água doce (20° C)	80	12,5
Água subterrânea	0,5 - 300	3,3 - 2000
Água salgada	0,1 - 1	1000 - 10000
Água do mar	0,2	5000
Ferro	9×10^{-8}	1.1×10^4
Cobre	2×10^{-8}	5×10^4
Solo	1 - 10	100 - 1000

Tabela 2 - Resistividade e condutividade de alguns minerais e rochas (Aktarakçi, 2008).

3.2.9. Equipamento

O resistímetro é o equipamento (figura 13) utilizado em ensaios com o método da resistividade elétrica. Este equipamento permite injetar corrente elétrica no objeto através dos elétrodos de corrente (C1-C2) e pela medição da diferença de potencial entre os elétrodos (P1-P2).



Figura 13 - Equipamento resistividade (esquerda: resistímetro; direita: cabos e estacas).

Existem no mercado equipamentos que permitem o armazenamento temporário de dados e outros que permitem a passagem automática de dados para aparelhos externos de

processamento. Existem resistivímetros que utilizam múltiplos elétrodos permitindo cobrir áreas de grande dimensão e melhorar a duração do processo de aquisição. Em aquisições com objetivo de prospeção em solo, os elétrodos são normalmente ligados a varas enterradas no terreno. Contudo, conforme referido anteriormente as evoluções tecnológicas têm impulsionado novos estudos e desenvolvimentos na aplicação deste método a vários materiais. Recentemente este método tem sido aplicado na caracterização de paredes de alvenaria de pedra e estruturas verticais. A figura 14 ilustra uma investigação da variabilidade dos teores de humidade no espaço e no tempo, bem como, a sua relação com as intempéries a que são sujeitas.



Figura 14 - Sondagem elétrica vertical (esquerda) e horizontal (direita) com recurso a elétrodos ECG, adaptado de Sass, 2010 a.

Foram utilizados cabos blindados fabricados individualmente para 50 elétrodos, conectados com os elétrodos de eletrocardiografia médica fixados nas paredes em estudo. O espaçamento utilizado foi de 4-8 cm num comprimento de 2 a 4 metros (Sass, 2010a).

Os elétrodos ECG permitem analisar o objeto sem danificar a estrutura para colocação de estacas. Por outro lado, esses elétrodos possuem a facilidade de se adaptarem a superfícies com algumas irregularidades.

A possibilidade de interligar 50 elétrodos introduz rapidez e maior rigor na aquisição dos dados e obtenção de um perfil vertical ou horizontal quase imediato

3.3. Método do georadar

3.3.1. Enquadramento

O georadar (GPR) pode ser entendido como um método geofísico de prospeção não destrutivo que utiliza ondas eletromagnéticas de alta frequência (normalmente entre 10 e 2500 MHz). O princípio físico de funcionamento do GPR consiste na emissão de impulsos de alta frequência repetidamente emitidos para o objeto em estudo por uma antena transmissora. A profundidade e alcance das ondas estão relacionados com a frequência do sinal e das características elétricas dos materiais, como a permissividade dielétrica, permeabilidade magnética e condutividade elétrica do objeto. Em 1831 Michael Faraday descobriu experimentalmente a indução eletromagnética dando lugar à “lei da indução de Faraday”. Posteriormente o físico britânico James Clark Maxwell deu continuidade à pesquisa efetuada por Faraday no campo eletromagnético e formula as leis do eletromagnetismo. Maxwell conseguiu prever a existência de ondas eletromagnéticas constatando que a luz é uma forma de radiação eletromagnética (Serway, 1996). Em 1904 Christian Hülsmeyer foi o primeiro a usar ondas rádio para determinar a presença de objetos metálicos, desenvolveu o primeiro sistema radar completo conhecido por telemobiloscope (Bowen, 1998). Seis anos mais tarde Gotthelf Leimbach e Heinrich Löwy desenvolveram a tecnologia para localizar objetos enterrados. Em 1926 o Dr. Hülsenbeck introduz o sistema de radar de pulso, técnica que hoje em dia ainda é amplamente utilizada. Esta evolução trouxe uma melhoria significativa na resolução de profundidade. W. Stern desenvolveu em 1939, uma das primeiras pesquisas para medir a profundidade. Após esta etapa, a técnica de GPR foi abandonada durante longos anos sendo as investigações apenas retomadas após a segunda guerra mundial e com fins militares.

Nos anos setenta a tecnologia é utilizada para fins utilitários como construção civil e desenvolvimentos aeroespaciais como a missão Apollo17 (Ulriksen, 1982). Rex Morey e Art Drake em 1972, criam a Geophysical Survey System Inc. (GSSI) que possibilitou a comercialização do Georadar (Morey, 1974). Após 1980 surgiram os primeiros ensaios geofísicos e nas décadas seguintes surgem novas empresas a comercializar a tecnologia do georadar.

De dois em dois anos, é realizada uma conferência internacional dedicada ao GPR. O georadar é uma técnica não destrutiva com uma vasta gama de aplicações potenciais e pode ser utilizado para diversos fins como prospeção geotécnica, análise e caracterização de estruturas e arqueologia. No ramo da engenharia geotécnica, em 2001 Garcias aborda a aplicação do radar em geofísica para avaliação primária da resistência dos materiais de superfície.

O georadar foi também desenvolvido na investigação e caracterização de maciços de calcários (Cruz, 2008) e na prospeção de rochas ornamentais (Guerreiro, 2000).

Foram feitas várias pesquisas de utilização do método como instrumento de manutenção de estruturas construídas, estabilidade de taludes (Aranha, 2006) e em construções subterrâneas (Prego, Núñez-Nieto, 2015). O georadar tem ainda sido aplicado em edifícios e na caracterização de estruturas de alvenaria de pedra (Binda, 1998) na análise de construções históricas em alvenaria e em monumentos históricos.

3.3.2. Princípios básicos

O georadar é uma técnica não destrutiva com base na energia eletromagnética fundamentada nas equações de Maxwell, que relacionam o comportamento do campo magnético e elétrico em qualquer meio (Stratton, 1941). Considerando o esquema de propagação das ondas eletromagnéticas representado na figura 15, a antena emite um sinal, que quando atinge uma interface, reflete parte da energia e o restante penetra através da interface para o segundo material.

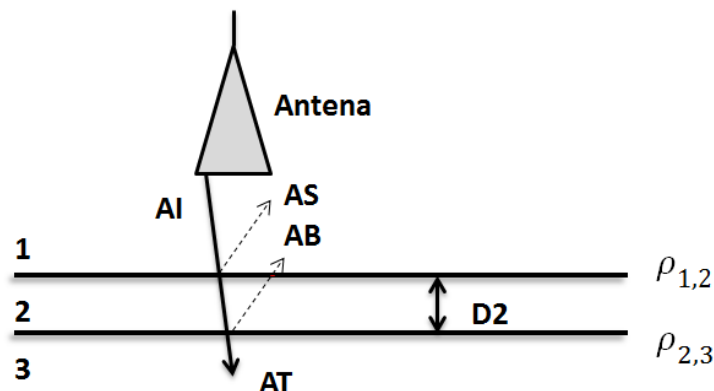


Figura 15 - Propagação das ondas eletromagnética.

De acordo com Davis e Annam (1989) a amplitude da energia refletida e o tempo de percurso dependem de:

- Quantidade de energia transmitida dentro do terreno,
- Velocidade de propagação da onda eletromagnética através dos materiais;
- Contraste das constantes dielétricas das diferentes interfaces;
- Atenuação do sinal e da profundidade dos refletores de superfície.

3.3.3. Propagação de ondas eletromagnéticas

As propriedades eletromagnéticas dos materiais dependem da sua composição e do meio em que estão inseridos. A profundidade e alcance das ondas estão relacionados com a frequência do sinal e das características eletromagnéticas dos materiais, como a permitividade dielétrica, permeabilidade magnética e condutividade elétrica do objeto (Stratton, 1941).

3.3.3.1. Condutividade elétrica

Por condutividade elétrica de um material entende-se a capacidade do material em conduzir corrente elétrica (Keller, 1987). Conforme referido anteriormente, a conhecida lei de Ohm relaciona a densidade da corrente (I) com o campo elétrico (V) traduzida pela fórmula 3.1 (Ulaby, 2007).

De acordo com (Reynolds, 1997) os principais fatores que afetam a condutividade elétrica são teor de humidade, porosidade, salinidade e proporção entre a quantidade de argila e de materiais condutivos.

MATERIAL		CONSTANTE DIELÉTRICA RELATIVA ϵ_r	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA RELATIVA, σ , (S.m-1)	VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA ONDA $\times 10^8$ (m. s ⁻¹)
AR		1	0	300
ÁGUA DOCE		81	0,001	0,33
ÁGUA DO MAR		81	4	0,33
AREIA	SECO	3-6	10^{-6} - 0,001	1-20 - 1,70
	MOLHADO	25-30	0,001 – 0,01	0,55 – 0,60
SOLO ARGILOSO	SECO	3	0,001 – 0,01	1,73
	MOLHADO	8-15	1-10	0,70 – 1,10
GRANITO	SECO	4-5	10^{-7}	1,20 – 1,50
	MOLHADO	7-8	0,001	1,06 – 1,12
CALCÁRIO		7-9	-	1,00 – 1,13
BETÃO	SECO	4-6	0,001	1,30
	MOLHADO	11-12	0,01 – 0,05	0,90
ASFALTO		3-5	-	1,34 – 1,73
PVC, EPÓXIDOS, POLIÉSTER		3	-	1,73

Tabela 3 - Valores constante dielétrica relativos, condutividade elétrica e velocidade de propagação da onda para vários materiais, adaptado (REYNOLDS, 1997).

3.3.3.2. Permitividade dielétrica

A permitividade dielétrica bem como a condutividade elétrica afetam diretamente a atenuação e propagação das ondas. De acordo com Ulaby (2007) a permitividade elétrica (ϵ) depende do meio, está relacionada com o campo elétrico (E) e a corrente de descolamento ou a polarização (D), segundo a fórmula:

$$D = \epsilon \cdot E \quad (3.10)$$

Alguns autores sugerem que a condutividade é dominante para ondas de baixas frequências, enquanto para altas frequências a permitividade dielétrica é dominante. A permitividade elétrica relativa (ϵ_r) em relação à permissividade elétrica (ϵ_0) no vácuo pode ser obtida através da seguinte equação (Ulaby, 2007):

$$\epsilon_r = \frac{E}{E_0} \quad (3.11)$$

A permitividade elétrica é frequentemente designada por constante dielétrica relativa. A constante dielétrica relativa condiciona a velocidade de propagação das ondas, pelo que, sempre que se verifica um aumento do valor da constante verifica-se uma diminuição na velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas (Cassidy, 2008).

3.3.3.3. Permeabilidade magnética

A permeabilidade magnética é outra relação com o meio, uma vez que o campo magnético (H) está diretamente relacionado com o campo de indução magnético (B) onde a permeabilidade magnética é a constante de proporcional. A permeabilidade magnética (μ) pode ser obtida pela seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{B}{H} \quad (3.12)$$

No que diz respeito ao magnetismo, os materiais podem ser divididos em dois grandes grupos: os diamagnéticos e os paramagnéticos. Segundo Serway (1996) os materiais diamagnéticos são constituídos por átomos que não têm momentos magnéticos permanentes. As substâncias diamagnéticas mais comuns são: a água, o quartzo, o feldspato, a grafite, assim como diversos componentes orgânicos (Hammond, 1997). Os materiais paramagnéticos mais frequentes são o alumínio, sódio, piroxena, olivina, platina, biotite e anfíbolito. De acordo com os

materiais geológicos, o valor da permeabilidade magnética é igual ao valor da permeabilidade magnética no vácuo.

3.3.4. Velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas

Segundo Servay (1996) ondas eletromagnéticas propagam-se no ar e no vazio à velocidade da luz.

Nos materiais a velocidade (V) pode ser descrita por (Reynolds, 1997):

$$V = \frac{C_0}{\sqrt{(u_r \varepsilon_r) \frac{1 + \sqrt{1 + (\sigma/\omega\varepsilon)^2}}{2}}} \quad (3.13)$$

Onde,

- C_0 é a velocidade da onda eletromagnética no vácuo ($3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)
- $(\sigma/\omega\varepsilon)$ é o fator de perda
- σ é a condutividade elétrica do material
- $\omega = 2\pi f$ é a frequência angular
- ε_r é a razão entre a permitividade dielétrica do material (ε) com a permitividade elétrica no vácuo ($\varepsilon_0 = 8,554 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}^2 \cdot \text{m}^2$)
- u_r = permeabilidade magnetica relativa

A expressão pode ser simplificada e substituindo as relações constitutivas do meio nas equações de Maxwell obtém-se a propagação da onda num determinado meio, sabendo que os fatores que governam são a velocidade e a atenuação. Assim, para materiais geológicos de baixa, o campo eletromagnético propaga-se com uma velocidade que depende da constante dielétrica dos materiais, pode ser dada pela expressão:

$$V = \frac{C_0}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (3.14)$$

- C_0 = Velocidade da luz= $2.997 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- ε_r = Constante dielétrica dos materiais.

3.3.5. Coeficiente de reflexão e transmissão

Quando a onda eletromagnética propagada encontra uma interrupção na superfície, parte da sua energia é refletida, sendo que a capacidade de reflexão é proporcional à magnitude.

$$\theta'_1 = \theta_1$$

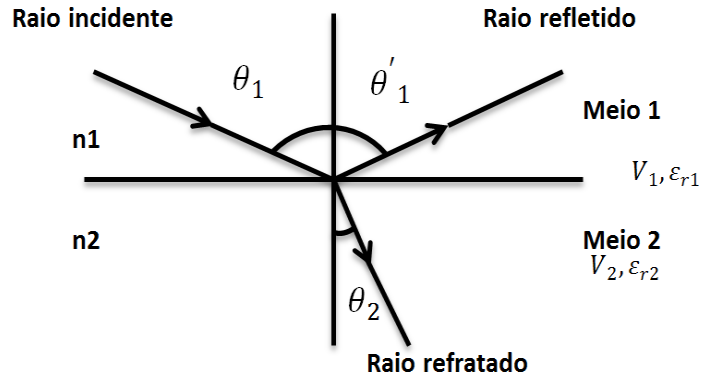


Figura 16 - Propagação das ondas eletromagnéticas, adaptado de Augustin (2001)

De acordo com a Lei de Snell, (fig. 16) lei da refração, quando uma onda atravessa, a interface entre dois meios com índices de refração distintos, verifica-se a seguinte relação:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (3.15)$$

A relação anterior pode ser obtida em função da velocidade e da constante dielétrica relativa de cada material, respetivamente por cada uma das expressões:

$$V_2 \sin \theta_1 = V_1 \sin \theta_2 \quad (3.16)$$

$$\sqrt{\epsilon_{r,1}} \sin \theta_1 = \sqrt{\epsilon_{r,2}} \sin \theta_2 \quad (3.17)$$

Assumindo que as duas camadas são isotrópicas e com superfície plana, considerando que não existem perdas significativas, o coeficiente de reflexão (R) e o coeficiente de transmissão (T) pode ser obtido por meio das equações:

$$R = \frac{\sqrt{\epsilon_{r,1}} - \sqrt{\epsilon_{r,2}}}{\sqrt{\epsilon_{r,1}} + \sqrt{\epsilon_{r,2}}} \quad (3.18)$$

$$T = \frac{2\sqrt{\varepsilon_{r,2}}}{\sqrt{\varepsilon_{r,1}} + \sqrt{\varepsilon_{r,2}}} \quad (3.19)$$

3.3.6. Fatores que influenciam a profundidade

São vários os fatores que podem interferir no sinal de GPR, A propagação das ondas eletromagnéticas está diretamente relacionada com a perda de energia devido a perdas, atenuações de sinal na superfície do objeto e interferências energéticas externas. Neste sentido, o fator que influencia diretamente a profundidade é a frequência da antena, o respetivo comprimento de onda e as propriedades elétricas, condutividade elétrica e constante dielétrica relativa (Cruz, 2006). As antenas de elevada frequência atingem profundidades de penetração menores mas permitem obter uma maior resolução. Contrariamente, antenas com frequências mais baixas apesar de terem uma menor resolução garantem maior profundidade de penetração na aquisição. A tabela 4 sintetiza a relação entre diferentes frequências de antena e a resolução e profundidade de penetração (Fernandes, 2011) (Cruz, 2006).

FREQUÊNCIA CENTRAL DA ANTENA (MHZ)	PROFUNDIDADE PENETRAÇÃO (m)	RESOLUÇÃO
200	2 a 7	Baixa/Média
250	2 a 7	Média/Baixa
500	1 a 4	Média/Alta
800	0,5 a 2	Média/Alta
1600	0,5	Alta

Tabela 4 - Relação entre frequência de antena profundidade de penetração e resolução, adaptado de Fernandes (2011) e Cruz (2006).

Em geotecnia em inspeções de campo são normalmente utilizadas antenas com frequências menores para se conseguir alcançar maior profundidade. Contrariamente, em processos de análise de estruturas, paredes e pavimento são utilizadas antenas com elevada frequência para garantir uma maior resolução.

3.3.7. EQUIPAMENTO

O método do GPR caracteriza-se pela análise da energia eletromagnética em frequências que podem variar, normalmente, entre 20 MHz a 2 GHz. Um sistema de GPR requer normalmente:

uma fonte de energia, que pode ser contínua ou em baterias; uma unidade de controlo com um *display*; uma antena que faz a receção e transmissão de sinal, um dispositivo de memória.

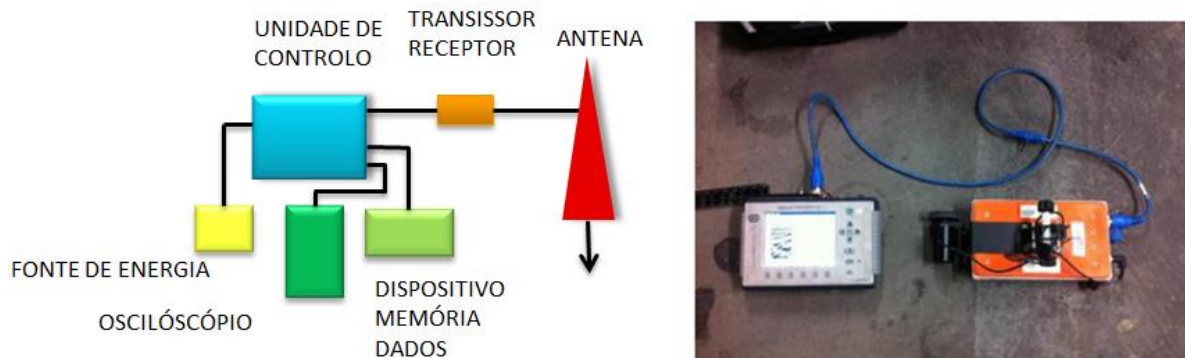


Figura 17 - Esquerda: esquema equipamento GPR; direita: GPR com antena 900MHs.

Conforme referido anteriormente o GPR pode ser aplicado para vários fins e em diferentes materiais; neste sentido, é necessário parametrizar o equipamento para o objeto em estudo. Esta parametrização pode ser feita na unidade de controlo escolhendo o *setup* e adaptando as suas características ao objetivo. Os resultados são apresentados através de radargramas figura 18 que resultam do conjunto ordenado de vários traços compondo imagens gráficas bidimensionais de tempo versus distância (Cruz, 2006).

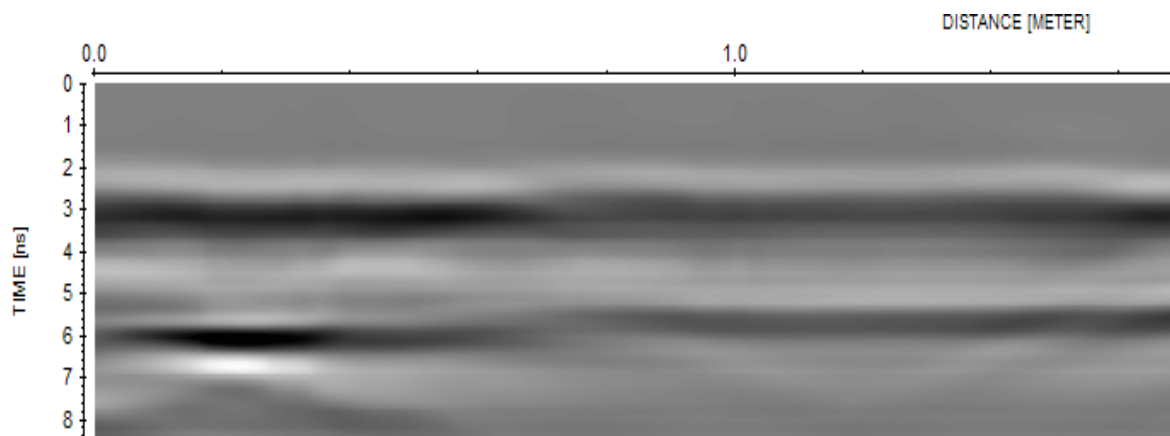


Figura 18 - Radargrama obtido com o GPR, antena 900 MHz.

3.3.8. Interpretação dos resultados do GPR

O processamento e análise dos dados obtidos com o GPR são realizados com *software* próprio. O *software* permite normalmente aplicar alguns filtros para melhorar o processamento do sinal e apresentação da imagem processada. Com recurso o *software*, como por exemplo o *ReflexW*, é possível reduzir a intensidade do ruído, compensar o sinal e equalizar as amplitudes. A par destes tratamentos físicos da imagem é extremamente importante, para uma correta análise, verificar outros dados recolhidos como os levantamentos topográficos, levantamento fotográfico e outros levantamentos geotécnicos para maior fiabilidade dos resultados.

No que diz respeito ao sinal, normalmente, as reflexões mais fortes são representados por formas hiperbólicas podendo representar um ponto refletor isolado. Os sinais mais expressivos, no início dos perfis, são geralmente o ar e a terra. A onda no ar é sempre a primeira a chegar por se propagar à mesma velocidade da luz, já a onda na terra é normalmente a segunda a chegar (IAEA, 2002). A interpretação dos perfis de GPR têm sempre uma carga subjetiva que depende do operador e do intérprete. É fundamental que o intérprete tenha toda a informação sobre o objeto e o meio onde foi feita a aquisição para despistar possíveis fatores que interfiram ou sejam pertinentes para a leitura.

3.4. Método dos ensaios sínicos

3.4.1. Enquadramento

A intenção de gerar um impulso para analisar o interior de um objeto estava já presente na Pré-história quando o ser humano dava uma pancada num objeto para tentar, através do som, identificar o interior do objeto. Esta metodologia chega até aos dias de hoje e é em grande escala utilizada como uma primeira abordagem. Para que esta técnica seja validada é necessário ser executada por um operador experiente, caso contrário as conclusões podem recair sobre juízos subjetivos. A técnica evoluiu e hoje aparece formalizada no método de análise não destrutiva com recurso a ensaios sínicos. Os ensaios sínicos têm por base provocar impulsos sínicos ou ultrassónicos sob a forma de onda elástica. O sinal é recebido no recetor e gravado para posterior análise (Guimarães, 2009).

Em 1929 foram desenvolvidos testes com frequência ultrassons, em materiais homogéneos. (Carino, 2004). Na década de 40 os testes foram utilizados para deteção de vazios e pela primeira vez aplicados em alvenarias de betão (Binda, 1995), como instrumento de análise de alterações estruturais, bem como determinar a sua profundidade (Andrade, 2007).

A limitação dos ensaios ultrassónicos em meios não homogéneos impulsionou o desenvolvimento da técnica de ensaios sínicos. Os ensaios sínicos foram aplicados pela primeira vez na década 60 para caracterização de estruturas de alvenarias.

Em 1994 foram desenvolvidos vários estudos sobre a determinação do módulo de elasticidade de paredes de betão com recurso a ensaios sínicos (Chisctaras, 1994).

Em 2001 foi estudada a aplicação de ensaios sínicos no diagnóstico e reabilitação de estruturas (Blinda, 2001a). Em 2007 foi desenvolvido o tema da caracterização e deteção da profundidade de fendas em paredes de betão (Andrade, 2007), bem com, estudos experimentais sobre a propagação de ondas de superfície em alveirarias heterógenas.

Em 2013 ponderada a influencia das juntas na propagação das ondas (Miranda, 2013). Posteriormente, em 2015, foi estudada a evolução do estado de tensão de paredes de alvenaria em edifícios históricos (Fernandes, 2015).

3.4.2. Princípios Básicos

Os ensaios sínicos têm como fundamento a propagação de ondas acústicas num determinado meio. As ondas estudadas nos ensaios sínicos são as ondas mecânicas. É gerada uma onda através de um aparelho eletrodinâmico e registada a reflexão num recetor, normalmente designado de acelerómetro. Os resultados são obtidos através do cálculo da velocidade, isto é: do tempo que demorou o impulso gerado a percorrer a distância e ser recebido pelo recetor.

As ondas podem ser caracterizadas relativamente à sua natureza por ondas mecânicas ou ondas eletromagnéticas. Conforme descrito no âmbito dos ensaios com o GPR, as ondas eletromagnéticas são ondas geradas por cargas elétricas que não dependem do meio para se propagar. Contrariamente, as ondas mecânicas têm uma relação de dependência com o material, a propagação depende do transporte e do potencial de elasticidade do meio. Por este motivo, as ondas mecânicas apenas se difundem no meio material, pelo que não se propagam no vácuo. (Gerthsen, et al., 1998). A classificação das ondas acústicas está associada à frequência de propagação (Fig. 19) as ondas acústicas ou infra-sónicas abaixo dos 20Hz, as ondas ultrassónicas, acima dos 20kHz até os 200kHz e as ondas em estudo, as ondas sínicas que têm a gama de frequências desde 20Hz a 20 KHz (Miranda, 2011).

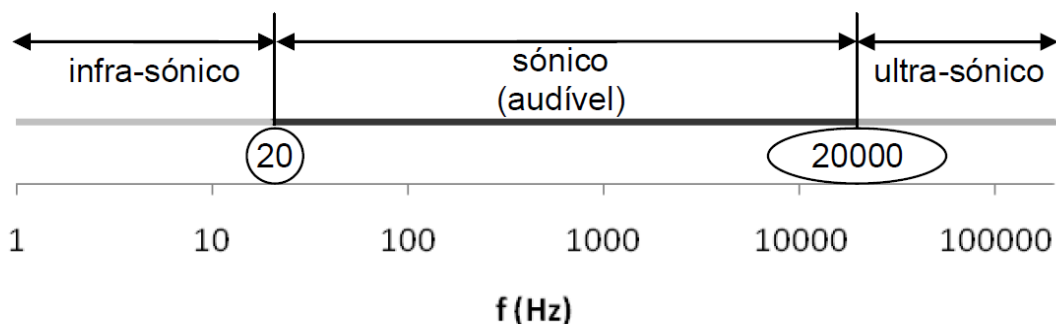


Figura 19 - Esquema do espectro acústico, adaptado de Miranda (2011).

As ondas mecânicas estão interligadas com o meio em que se propagam, motivo pelo qual a velocidade de propagação varia de acordo com o material.

A velocidade da onda pode ser influenciada pela rigidez e densidade do material e as atenuações da onda fornecem indicações sobre o interior do material. Por outro lado, as ondas podem ainda ser caracterizadas de acordo com o sentido e forma de vibração das partículas em dois grandes grupos: as ondas volúmicas e as ondas superficiais. Na tabela 5 estão apontadas as velocidades médias encontradas nas ondas longitudinais (P) (Miranda, 2011).

MATERIAL	VELOCIDADE P (m/s)	VELOCIDADE S (m/s)
Água	1450 – 1500	0
Gelo	3400 – 3800	1700 – 1900
Areia seca	400 – 1200	100 – 500
Areia saturada com água	1500 – 4000	400 – 1200
Marga	2000 – 3000	750 – 1500
Grés	3000 – 4500	1200 – 2800
Calcário - dolomite	3500 – 6500	2000 – 3300
Granito	4500 – 6000	2500 – 3500
Basalto	5000 – 6000	2800 – 3800

Tabela 5 - Velocidades das ondas Longitudinais (P) para alguns materiais mais comuns, adaptado de Miranda (2013).

3.4.3. Tipos de ondas

Quando a geração ocorre em meios elásticos, são geradas ondas designadas por elásticas, volúmicas ou de superfície. A propagação da onda dependerá entre outros fatores do tipo de onda e das propriedades do meio. A velocidade é a grandeza que traduz as propriedades elásticas do meio.

$$V = f \cdot \gamma \quad (3.20)$$

Em que,

V= velocidade

F= frequência

γ =comprimento da onda

De acordo com a equação 3.20 a frequência é inversamente proporcional ao comprimento da onda para o mesmo material. Ondas de frequência alta têm comprimentos de ondas menor do que as de baixa frequência. As ondas elásticas/mecânicas podem ser classificadas em dois grupos:

ondas volúmicas e ondas de superfície. Nos ensaios sísmicos, o martelo (emissor) é assim responsável pela geração de alguns destes tipos de ondas:

- Ondas P – (ondas volúmicas -> ondas primárias, longitudinais ou de compressão);
- Ondas S – (ondas volúmicas -> ondas secundárias, transversais, de cisalhamento ou de corte);
- Ondas R – (ondas de superfície -> ondas Rayleigh);
- Ondas Love - (ondas de superfície -> corte no plano horizontal, perpendiculares).

Na figura 20 estão representadas as principais tipologias de ondas que podem ser geradas, nomeadamente nos ensaios sísmicos em alvenarias de pedra. Nesta dissertação serão abordadas as ondas P e ondas S na determinação da velocidade das paredes de alvenaria em estudo e posterior cálculo das grandezas mecânicas das alvenarias.

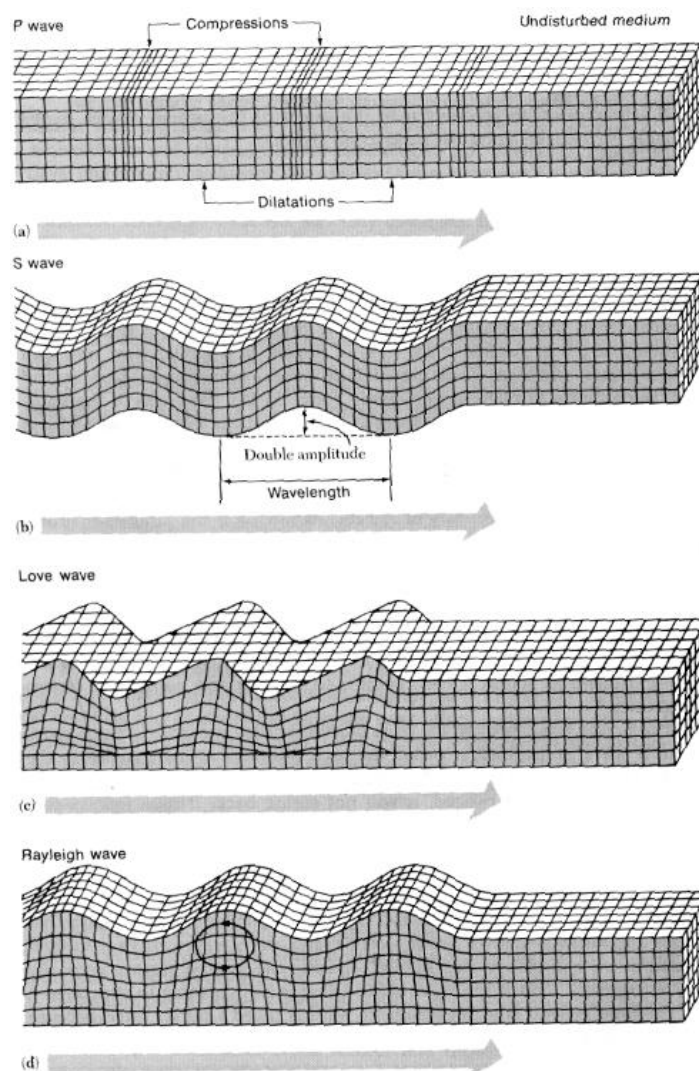


Figura 20 - Principais tipos de ondas elásticas: a) ondas P; b) ondas S; c) ondas Love; d) ondas Rayleigh, adaptado de Bolt (1993).

3.4.3.1. Ondas P

As ondas P, ondas primárias ou de compressão, registam uma propagação por compressão uniaxial e dilatação dando origem a alterações do volume sem distorção. O movimento das partículas é oscilante e na mesma direção da propagação da onda, conforme fig. 20. A velocidade da onda P (V_p) num meio homogéneo é dada pela equação (Graph 1991):

$$V_p = \sqrt{\frac{M}{\rho}} \quad (3.21)$$

Sendo,

V_p = velocidade das ondas P;

ρ = densidade do meio;

M= módulo de onda P;

Estando associado com o módulo de elasticidade (E) e em que (ν) é o coeficiente de Poisson:

$$M = E \left[\frac{1 - \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)} \right] \quad (3.22)$$

As ondas P são as ondas elásticas mais rápidas sendo detetada a sua chegada em primeiro lugar (Miller e Pursey, 1955).

3.4.3.2. Ondas S

As ondas S, ondas secundárias, caracterizam-se pela deformação de corte sem alteração do volume. O movimento oscilatório das partículas é perpendicular à direcção da propagação da onda. A velocidade em meio homogéneo é dada pela equação (Graph, 1991):

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (3.23)$$

sendo,

V_s = velocidade ondas S

G= módulo de cisalhamento

ρ = densidade do meio

A relação da velocidade das ondas P e S é dada por (Keary et al., 2002):

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{2(1 - \nu)}{(1 - 2\nu)}} \quad (3.24)$$

Considerando o valor 0,25, típico para o coeficiente de Poisson no granito, V_s é num meio homogéneo aproximadamente $0.59 V_p$ (Miller e Pursey 1955).

3.4.3.3. Ondas R

As ondas de superfície R ou Rayleigh propagam-se através de um movimento elíptico das partículas do meio. As ondas Rayleigh foram introduzidas, em 1885 por John Strutt Lord of Rayleigh (Rayleigh, 1885) como tentativa de explicar as ondas que se propagavam ao longo da superfície plana de um corpo. A profundidade de penetração eficaz depende do comprimento de onda (λ) obtido, com a maioria da energia concentrada entre a superfície e uma profundidade de $1/3 \lambda$ (Lai e Wilmanski, 2005).

A velocidade de ondas R (V_r) numa meio homogéneo pode ser aproximada como uma função de (V_s) e do coeficiente de Poisson (ν) do material por (Graff 1991):

$$V_r \approx \frac{0.874 + 1.117\nu}{1 + \nu} V_s \quad (3.28)$$

Para uma variação de (ν) entre 0 a 0,5, segundo a equação, (V_r) é aproximadamente 0,87-0,96 vezes (V_s).

3.4.3.4. Relação entre ondas P, R e S

O gráfico da figura 21 ilustra a relação de velocidades entre as ondas P, R e S e o coeficiente de Poisson (ν) considerando um meio homogéneo, elástico e semi-finito. Apesar de terem desenvolvimentos distintos os valores da velocidade das ondas R são relativamente próximos dos valores das ondas S. A partir do gráfico é ainda possível verificar que a relação (V_p/V_r) regista variações menores em coeficientes de Poisson baixos (0,25) do que em valores mais elevados (> 0,40). O coeficiente de Poisson para o granito tem tipicamente valores entre 0,2 e 0,3.

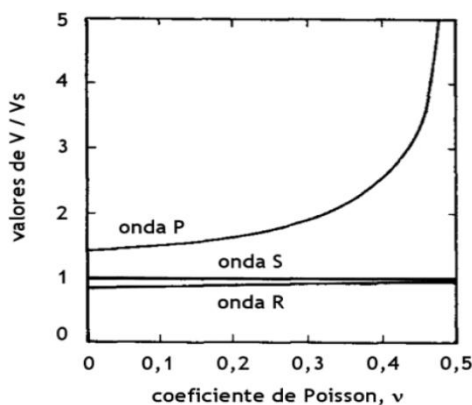


Figura 21 - Relação entre o coeficiente de Poisson e as velocidades V_p , V_r e V_s num meio elástico semi-finito, adaptado de Guimarães (2009).

3.4.4. Configuração de aquisição e ensaio

Conforme referido anteriormente, o impulso gerado com uma pancada na superfície de um objeto pode gerar diversos tipos de ondas. De acordo com o esquema da figura 22, podem ser emitidas ondas planas (ondas P e S) segundo o eixo axial e ondas de superfície (ondas R), incluindo as ondas P e S (Guimarães, 2009).

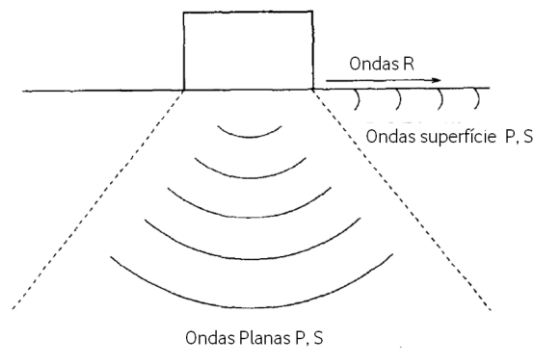


Figura 22 - Propagação das ondas P, S e R num meio sólido, adaptado de Guimarães (2009).

Partindo do princípio exposto de geração e propagação de ondas de acordo com Miranda (2011) podem ser definidas três configurações diferentes no que diz respeito à posição entre o emissor e o recetor e de acordo com o tipo onda que se pretende estudar (P, S ou R):

- Ensaio Direto;
- Ensaio Semidirecto;
- Ensaio Indireto.

A figura 23 ilustra os três tipos de configurações estudadas no presente trabalho.

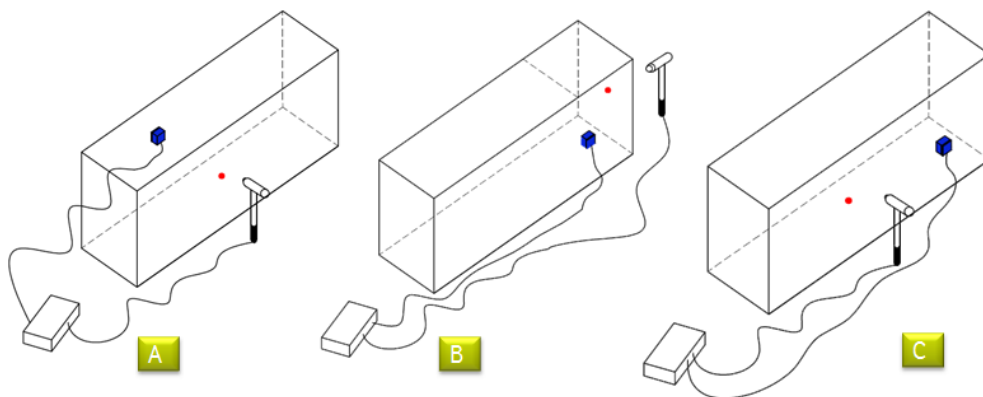


Figura 23 - Configurações ensaios: (A) direto; (B) semidireto; (C) indireto.

No ensaio com configuração direta (A) o acelerómetro está colocado na face oposta á do impacto, exatamente à mesma altura do ponto onde é dada a pancada e orientado na direção desta. A distância que deve ser considerada nesta configuração é a espessura do objeto. Esta configuração é a mais utilizada e fiável no estudo ondas P. Com a configuração direta podem ainda ser realizados ensaios com recurso a chapas, fixas ao objeto de estudo, sobre as quais podem ser dadas pancadas. Esta configuração permite captar as ondas S como primeira chegada. No presente trabalho foram desenvolvidos em laboratório vários ensaios recorrendo a esta configuração.

No ensaio de configuração semidirecta (B) apenas se muda a posição relativa entre o emissor e o recetor que devem ficar em faces adjacentes. Conforme figura 23, na configuração de ensaio indireto (C) o acelerómetro e o ponto de geração de pancada, encontram-se na mesma face do objeto.

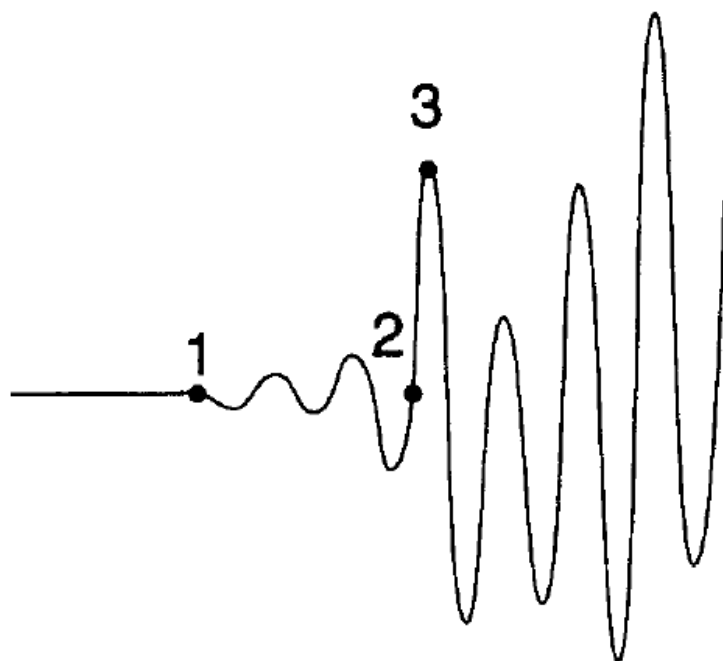


Figura 24 - Sinal característico de um ensaio indireto, adaptado de Miranda (2011).

De acordo com Miranda (2011), considerando o sinal da figura 24, obtido por uma configuração indireta, a primeira chegada corresponde às ondas P. Já o segundo ponto corresponde à primeira chegada das ondas R e o terceiro ponto ao pico das ondas R. Como as ondas R se propagam mais pela parte superficial do elemento a velocidade das ondas dependerá mais das propriedades mecânicas da superfície.

3.4.5. Equipamento

Os ensaios sínicos têm como fundamento a emissão e recepção das ondas geradas por forma a determinar a velocidade de propagação das ondas num determinado meio material. O emissor nos ensaios sínicos é um martelo que ao embater no material provoca uma onda, sendo recebida por um transdutor, designado acelerómetro (recetor) que converte a energia do movimento das partículas e cuja informação é enviada para o computador que armazena a informação. A figura 25 ilustra o equipamento necessário para a execução de um ensaio sínico.



Figura 25 - Equipamento utilizado nos Ensaios sínicos. 1) Martelo; 2) Acelerómetro; 3) amplificador sinal; 4) placa de aquisição; 5) computador.

3.4.5.1. Martelo

O martelo tem o papel de destaque neste tipo de ensaio uma vez que será usado para induzir as ondas no material. São vários os martelos que podem ser utilizados. Conforme imagem, o martelo *Dytran Instruments* é um dos mais utilizados. O martelo pesa cerca de 320 gramas, e a sua massa pode ser aumentada em 200 gramas. Normalmente a massa é adicionada quando se pretende impacto de maior amplitude mas com frequências baixas.

3.4.5.2. Acelerómetro

O recetor surge sobre a forma de acelerómetro. Nos ensaios sínicos pode ser usado um ou vários acelerómetros para recepção dos dados. Existem no mercado acelerómetros com várias dimensões, contudo, em alvenarias de pedra, utiliza-se acelerómetros com dimensão reduzida. Na imagem 25 estão representados os acelerómetros 3035B1G *Dytran Instruments* utilizados. Estes pesam cerca de 2,5 gramas e têm a capacidade de ler acelerações até aos 500g.

3.4.5.3. Amplificador de sinal

O amplificador de sinal permite filtrar, amplificar e equalizar o sinal para que este adquira níveis de tensão ajustados, com boa relação entre o sinal e o ruído, por forma a ter distorção harmônica mínima. Um dos equipamentos mais utilizados é o representado por 3 na figura 25, DYTRAN 4105c. Este equipamento permite ajustar ganho de tensão de X1, X10 ou X100 ao sinal.

3.4.5.4. Placa de aquisição

A placa de aquisição tem como principal função a digitalização do sinal analógico do martelo recebido no acelerómetro em sinal digital (Analog to digital converter- ADC) para que os dados possam ser trabalhados e reconhecidos por *software* de visualização e processamento.

3.4.5.5. Computador

O computador tem dupla função durante os ensaios sínicos, visualização e armazenamento dos dados para posterior tratamento. Com recurso a um programa é possível analisar o sinal e calcular as velocidades médias. Apesar do cálculo ter uma margem de erro associada à sensibilidade e experiência do operador é um instrumento essencial nas aquisições em ambiente de campo por permitir uma avaliação expedita dos sinais, repetir o ensaio e dar uma noção indicativa das velocidades do material em estudo.

4. Ensaio de laboratório

4.1. Introdução

No seguimento do capítulo anterior e das questões levantadas relativamente aos métodos de análise não destrutivos e às incertezas da sua adaptabilidade ao objeto de estudo da dissertação, alvenarias de granito, foram testados vários métodos em ambiente laboratorial.

Conforme referido anteriormente os métodos geofísicos em estudo tiveram a sua origem relacionada com a prospeção geofísica do solo, sendo relativamente recente a sua adaptabilidade a outros materiais e em especial alvenarias de granito. De forma transversal os métodos já se encontram parametrizados e referenciados para ensaios em solo, contudo ainda existem algumas incertezas relativamente à adaptabilidade dos métodos em alvenarias de granito. Por outro lado, o próprio objeto em estudo, o granito, é um material que pode apresentar diferentes características mecânicas, geométricas e físicas, interferindo e controlando a parametrização dos equipamentos na adaptação geométrica e funcional, bem como na aquisição e no tratamento dos resultados.

Neste sentido, os ensaios foram realizados num ambiente condicionado, em laboratório, com o principal propósito de ganhar experiência no uso destes métodos como forma de preparação para os ensaios que foram posteriormente realizados no campo, no Solar de Lamas.

Os objetivos principais desta campanha de ensaios foram a familiarização com os métodos em estudo, definição de metodologias de aquisição, parametrização e calibração dos equipamentos, assim como a adaptação formal dos equipamentos ao objeto em estudo e definição do método de processamento de dados.

4.2. Objetos de estudo

Em ambiente de laboratório foram testados diversos objetos com o intuito de clarificar algumas questões levantadas nos capítulos anteriores, calibrar os equipamentos e processos para a sua posterior aplicação no Solar de Lamas. Inicialmente foram realizados ensaios sísmicos na parede (P1), representada na figura 27, e posteriormente no bloco de granito.

4.2.1. Parede de alvenaria

Inicialmente foram realizados ensaios na parede de alvenaria P1 representada na figura 26. A parede em estudo tinha sido anteriormente montada em ambiente de laboratório. A parede de alvenaria, montada sobre uma base de betão armado, tem as dimensões: 2,40 metros de altura por 1,60 de largura e 0,37 metros de espessura; a base de betão possui 2,60 metros de comprimento, 0,60 metros de altura e 1,30 metros de espessura.

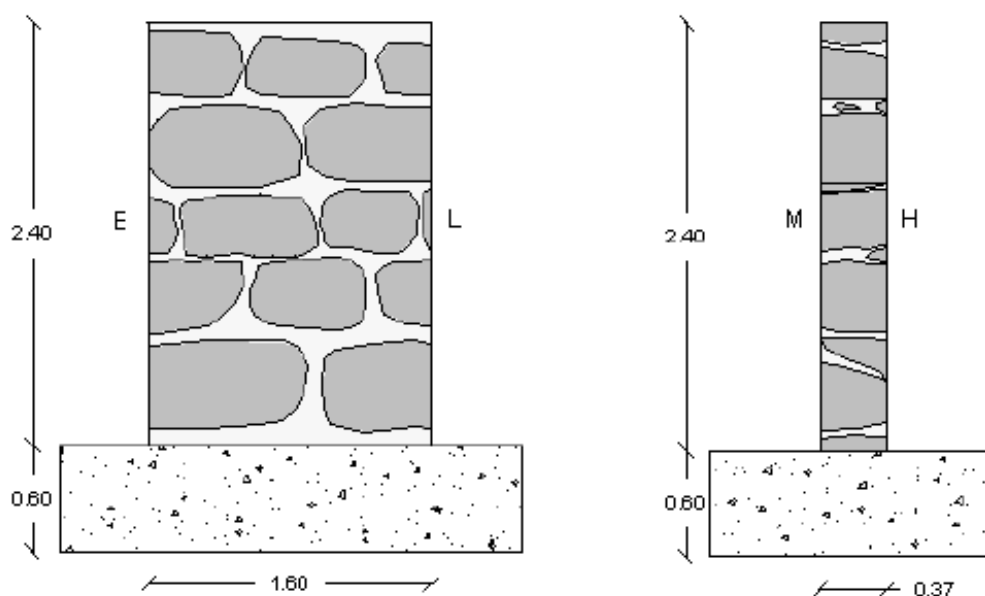


Figura 26 - Alçados parede de alvenaria P1 estudada em laboratório.

A parede é composta por alvenaria de pedra de granito. Formalmente a parede é constituída por duas folhas de pedra com assentamento horizontal, juntas regulares preenchidas com argamassa. A heterogeneidade mecânica das pedras constituintes da parede, associada ao desconhecimento do interior da parede pelo enchimento das juntas com argamassa e consequente desconhecimento do interior da parede levantou algumas questões relativamente aos valores de referência que deveriam ser considerados. A heterogeneidade mecânica das pedras, foi perceptível com inspeção visual e com os filtros fotográficos aplicados, representados na figura 27. Esta

heterogeneidade foi depois confirmada com a realização dos primeiros ensaios sínicos. Foram feitos ensaios sínicos diretos nas diferentes pedras e os resultados obtidos foram completamente



Figura 27 - Esquerda: Parede de Alvenaria P1 sem tratamento); Direita: Fotografia com filtro onde realçando a heterogeneidade dos blocos de granito.

distintos entre si, validando a heterogeneidade mecânica das pedras e levantando questões relativamente aos valores obtidos e incertezas relativamente aos resultados. Reconhecida a dificuldade na aplicação dos ensaios sínicos na parede, procurou-se outro objeto de estudo que será apresentado no capítulo seguinte, um bloco solto, de granito.

Por outro lado, daquilo que já foi possível expôr neste documento, as paredes de alvenaria das construções Portuguesas, apesar de serem compostas por diferentes blocos, tinham geralmente proveniência do mesmo maciço pelo que apresentavam frequentemente características mecânicas semelhantes. Considerando estas premissas, verificou-se que a parede P1 não era o objeto de estudo ideal para a utilização do método dos ensaios sínicos e dos ensaios do método da resistividade.

Contudo, a parede P1 foi utilizada como objeto de estudo do método do GPR em laboratório. Foram realizados vários ensaios na parede P1 para testar o equipamento, ajustar a parametrização e familiarizar o operador com o equipamento.

4.2.2. Bloco de granito

Conforme referido no capítulo anterior a heterogeneidade das pedras que constituem a parede P1 associada ao desconhecimento do interior da parede e às questões levantadas relativamente aos métodos em estudo, fez sentir a necessidade de procurar um objeto de estudo, tanto quanto possível, homogéneo. Conforme referido anteriormente o granito é um material que pode ser extremamente heterógeno na sua composição e aparentemente parecer homogéneo.

A escolha do objeto de estudo teve em consideração alguns aspetos formais, funcionais e mecânicos, bem como, uma aproximação à realidade do objeto de estudo que constitui as paredes de alvenarias. Conforme referido anteriormente a grande parte do património edificado foi construído com recurso a alvenarias de granito. O escolhido por eleição para a composição das alvenarias era normalmente pouco alterado, que de acordo com a tabela 6 e segundo a sociedade internacional de mecânica das rochas (ISRM, 1978) é classificado como um W2. Para o enchimento entre justas e mistura nas argamassas era frequentemente utilizado granito com um grau de alteração superior.

DESIGNAÇÃO	DESCRIÇÃO	GRAU
São	Sem sinais visíveis de alteração; por vezes as superfícies das maiores descontinuidades apresentam-se um pouco descoloridas.	I
Pouco alterado	Alteração da rocha e superfícies de descontinuidade indicadas por descoloração; toda a rocha pode estar descolorida pela meteorização e superficialmente, um pouco menos resistente do que no estado são.	II
Moderadamente alterado	Menos de metade do maciço encontra-se decomposto e/ou desagregado, num solo; rocha sã ou descolorida, pode também estar presente, formando uma estrutura contínua ou núcleos rochosos.	III
Muito alterado	Mais de metade do maciço encontra-se completamente alterado e/ou desagregado num solo; rocha sã ou descolorida, pode também estar presente, formando uma estrutura contínua ou núcleos rochosos.	IV
Completamente alterado	Todo o material rochoso está completamente alterado e/ou desagregado num solo; a maior parte da estrutura original do maciço permanece intacta.	V
Solo residual	Todo o material rochoso está transformado num solo; a estrutura do maciço encontra-se destruída; grande alteração do volume, mas não existe transporte significativo do solo.	VI

Tabela 6 - Classificação da alteração segundo a sociedade internacional de mecânica das rochas, adaptado de ISRM (1978).

A par das questões de homogeneidade do meio a investigar escolheu-se um bloco que permitisse ter acesso a todas as faces do objeto para permitir a combinação de diferentes configurações e confirmar resultados nos ensaios sísmicos e dos ensaios pelo método da resistividade. Entendendo as premissas apresentadas foi escolhido um bloco de granito regular com a forma de paralelepípedo com as dimensões aproximadas de 0,87 metros de largura, 0,34 metros de altura e 0,21 metros de espessura conforme figura 28.



Figura 28 - Bloco de granito ensaiado.

4.3. Ensaios pelo método elétrico da resistividade

4.3.1. Metodologia e objeto de estudo

Em ambiente de laboratório foram realizados ensaios para testar a aplicabilidade do método elétrico da resistividade em paredes e blocos de granito.

Conforme referido no capítulo anterior, o método da resistividade, é um processo geofísico frequentemente utilizado em prospeção de solos. A utilização deste método em alvenarias é relativamente recente. Atualmente têm sido desenvolvidos vários estudos no âmbito da engenharia geotécnica e da engenharia civil, de entre os quais, experiências da aplicação de ensaios de resistividade elétrica para determinação da influência do grau de humidade na caracterização em alvenarias de pedra (Sass, 2003).

Entendendo este contexto, os ensaios de laboratório tiveram como foco testar o equipamento, verificar a influência de humidade, do gel condutor, da superfície do objeto, do tipo e estado dos eletrodos na leitura e caracterização de alvenarias de pedra. Em ambiente de laboratório foram

realizados ensaios em diferentes superfícies: chapa metálica, parede de alvenaria e bloco de granito.

4.3.2. Configuração de aquisição

A configuração eletródica utilizada foi a de Wenne Alpha, que passará a ser designada por Wenner. Nesta configuração os elétrodos são espaçados equidistantemente ao longo do perfil de aquisição onde se pretende medir a resistividade do meio (fig. 29). As distâncias devem ser respeitadas com a máxima exatidão possível para permitir uma leitura dos resultados coerente e realista.

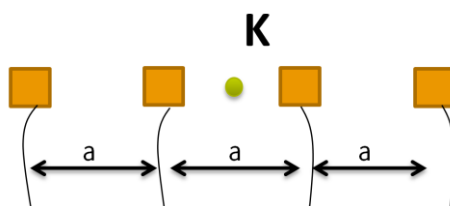


Figura 29 - Esquema configuração Wenner.

Conforme referido no capítulo anterior, de acordo com Loke, M. H. (1999), a profundidade média estimada de investigação é aproximadamente 58% da distribuição de corrente que passa entre elétrodos, sendo a que ocorre a uma profundidade igual ao espaçamento entre elétrodos.

4.3.3. Equipamento

O equipamento utilizado nos ensaios de laboratório pelo método da resistividade, disponibilizado pelo Laboratório de Geofísica do DEM-FEUP, foi o resistímetro *Terrameter SAS 300C* e respetivos acessórios. Este equipamento permite injetar corrente elétrica no meio estudado através dos elétrodos de corrente (C1-C2) e a medição da diferença de potencial entre os elétrodos (P1-P2). Conforme figura 30 o equipamento utilizado é composto por: (A) bateria, (B) resistímetro, (C) cabos, (D) elétrodos e (E) gel.

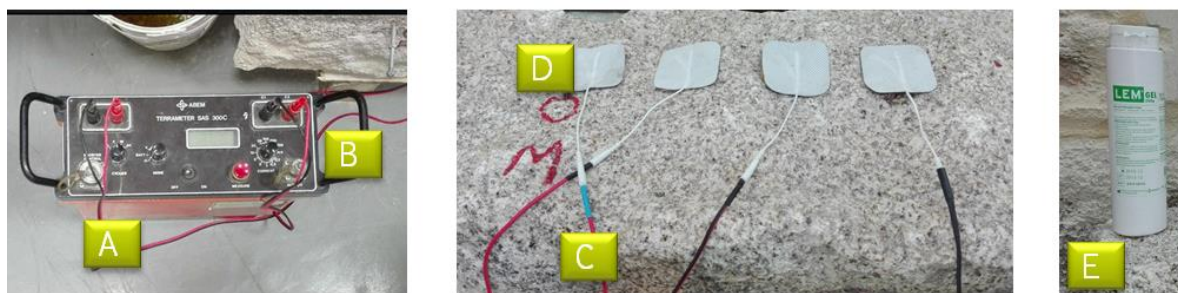


Figura 30 - Equipamento método elétrico da resistividade.

Os elétrodos apresentados na figura 30 foram adaptados em laboratório para estes ensaios. Trata-se de elétrodos médicos normalmente utilizados em eletrocardiogramas.

4.3.4. Ensaios chapa metálica

Os ensaios iniciais foram realizados na chapa metálica, para testar o correto funcionamento do resistímetro e dos elétrodos. Conforme figura 31 foram realizados alguns ensaios sobre uma chapa metálica, com a configuração Wenner. O espaçamento (a) entre elétrodos foi de 0,10 metros. No centro de cada elétrodo foi colocado gel condutor centralmente com diâmetro aproximado de 0,01 metros.

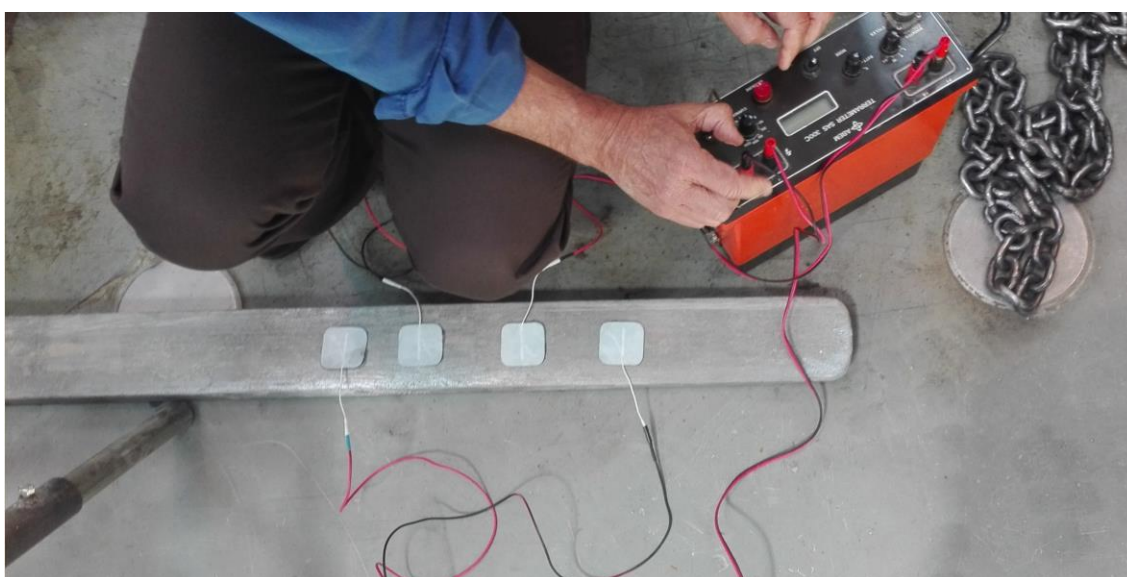


Figura 31 - Ensaio resistividade chapa metálica.

Os elétrodos fixaram-se sem dificuldade à chapa e registaram-se valores logo no primeiro ensaio. Foram realizados cinco ensaios com esta configuração com uma corrente de 0,2 mA. O valor de resistividade obtido foi calculado com recurso à fórmula 3.8 e a média dos valores obtidos foi de 0,70 Ω/m .

4.3.5. Ensaios parede de alvenaria

Após verificação do equipamento com o teste realizado na chapa metálica foram realizadas algumas tentativas de registo de dados na parede de alvenaria P1. A configuração usada foi a configuração de Wenner, o gel condutor foi colocado centralmente em cada elétrodo com cerca de 0,02 metros de diâmetro.



Figura 32 - Ensaio resistividade parede de alvenaria P1.

Conforme figura 32, registou-se alguma dificuldade em fixar os elétrodos, devido à rugosidade da parede e ao pó presente na superfície tendo sido necessário ampara-los manualmente. O resistivímetro não registou qualquer valor na configuração descrita. Uma vez que a parede é pouco húmida surgiu a dúvida se o grau de humidade teria influência na leitura do resultado e procedeu-se à pulverização da parede e posterior colocação dos elétrodos. Como não se obteve nenhum resultado após a parede humedecida abandonou-se o objeto e delineou-se uma nova campanha de ensaios no bloco de granito.

4.3.6. Ensaio bloco de granito

No seguimento do insucesso dos ensaios realizados na parede de alvenaria de granito surgiu a necessidade de desenvolver um conjunto de ensaios noutra objeto de estudo tendo sido escolhido um bloco de granito solto. O bloco de granito é pouco alterado, com pouca rugosidade e não possui qualquer revestimento. Os primeiros ensaios no bloco de granito foram realizados com a configuração Wenner, espaçamento de 0,10 m entre elétrodos e colocação de gel condutor no centro da superfície, aproximadamente 0,02 metros de diâmetro (figura 33). À semelhança dos ensaios realizados na chapa de metal, os elétrodos usados não eram novos e já tinham sido usados anteriormente para ensaios semelhantes.



Figura 33 - Ensaio resistividade no bloco de granito estado inicial.

O resistímetro não conseguiu registar qualquer valor nesta configuração. Conforme referido por alguns autores a humidade pode ser um fator preponderante na aquisição por método elétrico da resistividade.

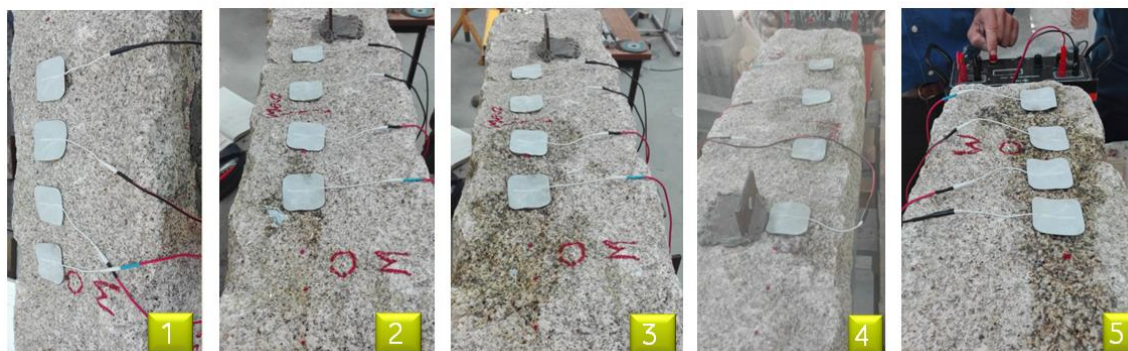


Figura 34 - Ensaio de resistividade com saturação progressiva dos eléctrodos.

Partindo desta linha de raciocínio, conforme figura 34, foram realizados novos ensaios com recurso ao humedecimento da superfície do bloco com água. Foram realizados 5 ensaios, com a configuração de Wenner, com afastamento entre eléctrodos de 0,10 metros, o gel condutor colocado centralmente com diâmetro aproximado de 0,02 metros. O segundo ensaio foi realizado com a mesma configuração do ensaio anterior só que a zona do eléctrodo C1 foi humedecida com água. O terceiro ensaio seguiu a metodologia dos ensaios anteriores com os eléctricos C1 e P1 humedecidos. O quarto ensaio foi realizado com C1, P1 e P2 humedecidos e o último ensaio foi realizado com todos os eléctrodos humedecidos de água.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	TEMPO (s)	ELETRODOS			RESULTADO (Ω)	RESULTADO (Ω m)
			AFASTAMENTO (m)	GEL	HUMEDECIDOS COM ÁGUA - IN LOCO		
1	0,2	0	0,10	sim	Nenhum	Não leu	Não leu
2	0,2	30	0,10	sim	C1	Não leu	Não leu
3	0,2	60	0,10	sim	C1 e P1	Erro	Erro
4	0,2	90	0,10	sim	C1, P1 e P2	Erro	Erro
5	0,2	120	0,10	sim	C1,C2,C3 e C4	85600	53784

Tabela 7 - Resumo ensaios de resistividade com humedecimento progressivo da superfície.

Conforme resultados apresentados na Tabela 7, apenas se conseguiram registar valores quando todos os eléctrodos estavam humedecidos, sendo validado pelo ensaio que a humidade do bloco de granito era insuficiente para permitir a leitura de dados. Partindo deste pressuposto, foram novamente humedecidos todos os pontos de contacto com os eléctrodos e foi realizada uma campanha de ensaios com o objetivo de se perceber a alteração de resultados com a redução de humidade/saturação do bloco de granito.

De acordo com os dados apurados e sintetizados na Tabela 8 podemos verificar como a resistividade aumenta com a secagem do bloco de granito. O equipamento deixou de registrar ao final de 52 minutos. O gráfico representado na figura 35 permite verificar que de forma geral a tendência é linear.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	TEMPO (s)	ELETRODOS			RESULTADO (Ω)	RESISTIVIDADE (Ωm)
			AFASTAMENTO (m)	GEL	HUMEDECIDOS		
1	0,2	30	0,10	sim	Todos	85600	53784
2	0,2	60	0,10	sim	Todos	86000	54035
3	0,2	90	0,10	sim	Todos	86600	54412
4	0,2	120	0,10	sim	Todos	87200	54789
5	0,2	150	0,10	sim	Todos	88400	55543
6	0,2	180	0,10	sim	Todos	89000	55920
7	0,2	210	0,10	sim	Todos	89400	56172
8	0,2	240	0,10	sim	Todos	90400	56800
9	0,2	270	0,10	sim	Todos	90900	57114
10	0,2	300	0,10	sim	Todos	91600	57554
11	0,2	330	0,10	sim	Todos	92400	58057
12	0,2	360	0,10	sim	Todos	93500	58748
13	0,2	390	0,10	sim	Todos	94200	59188
14	0,2	420	0,10	sim	Todos	108700	68298
15	0,2	720	0,10	sim	Todos	120700	75838
16	0,2	1020	0,10	sim	Todos	130400	81933
17	0,2	1320	0,10	sim	Todos	138400	86959
18	0,2	2220	0,10	sim	Todos	158100	99337

Tabela 8 - Resumo ensaios de resistividade com diminuição progressiva da humidade dos elétrodos.

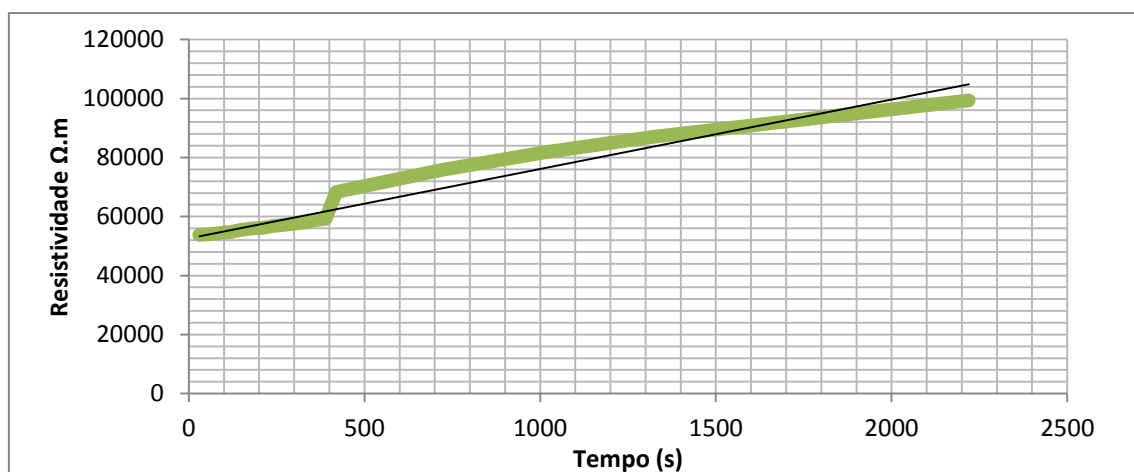


Figura 35 - Gráfico relação entre tempo de secagem do bloco e resistividade.

Como os ensaios anteriores foram realizados com os elétrodos antigos, por uma questão de descarte de hipóteses e variáveis foram realizados novos ensaios com elétrodos novos. A configuração utilizada é a mesma, Wenner, afastamento de 0,10 metros, gel condutor foi colocado centralmente com diâmetro aproximado de 0,02 metros.

Conforme síntese da Tabela 9 apesar de terem sido utilizados elétrodos novos não se conseguiu registrar valores apenas com o gel de contacto. Neste sentido ficou descartada a hipótese da dificuldade em registrar dados ser de alguma maneira influenciada pelo desgaste dos elétrodos.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	TEMPO (s)	ELETRODOS			RESULTADO (Ω)	RESULTADO (Ω m)
			AFASTAMENTO (cm)	GEL	HUMEDECIDO COM ÁGUA - IN LOCO		
1	0,2	0	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
2	0,2	30	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
3	0,2	60	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
4	0,2	90	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro

Tabela 9 - Ensaios de resistividade realizados com elétrodos novos.

À semelhança dos ensaios realizados com os elétrodos antigos foram realizados vários ensaios com elétrodos novos. Nestes ensaios foi utilizada a configuração de Wenner, o espaçamento entre elétrodos foi de 0,10 metros, o gel condutor foi colocado centralmente com cerca de 0,02 metros de diâmetro e foram humedecidos todos os elétrodos com água (figura 36).



Figura 36 - Ensaio resistividade bloco humedecido de água e elétrodos novos.

Conforme tabela síntese dos ensaios realizados com elétrodos novos, Tabela 10 e respectivo gráfico (figura 37) o equipamento deixou de registrar ao fim de 49 minutos. O gráfico representado permite verificar que, de forma geral, a tendência de evolução dos resultados durante a secagem do bloco de granito é linear. Por outro lado, é ainda de registrar que com os elétrodos antigos foram registados valores de resistividade diferentes relativamente aos elétrodos novos.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	TEMPO (s)	ELÉTRODOS			RESULTADO (Ω)	RESISTIVIDADE (Ω m)
			AFASTAMENTO (cm)	GEL	MOLHADOS IN LOCO		
1	0,2	30	0,10	sim	Todos	46900	29468
2	0,2	60	0,10	sim	Todos	46900	29468
3	0,2	90	0,10	sim	Todos	46900	29468
4	0,2	120	0,10	sim	Todos	46900	29468
5	0,2	150	0,10	sim	Todos	46700	29342
6	0,2	180	0,10	sim	Todos	46700	29342
7	0,2	210	0,10	sim	Todos	46600	29280
8	0,2	240	0,10	sim	Todos	46400	29154
9	0,2	270	0,10	sim	Todos	46300	29091
10	0,2	300	0,10	sim	Todos	46200	29028
11	0,2	330	0,10	sim	Todos	46300	29091
12	0,2	360	0,10	sim	Todos	46400	29154
13	0,2	390	0,10	sim	Todos	46700	29342
14	0,2	420	0,10	sim	Todos	46700	29342
15	0,2	450	0,10	sim	Todos	46400	29154
16	0,2	480	0,10	sim	Todos	46200	29028
17	0,2	510	0,10	sim	Todos	45000	28274
18	0,2	540	0,10	sim	Todos	45800	28777
19	0,2	840	0,10	sim	Todos	46700	29342
20	0,2	1140	0,10	sim	Todos	48000	30159
21	0,2	1440	0,10	sim	Todos	49900	31353
22	0,2	1740	0,10	sim	Todos	51500	32358
23	0,2	2040	0,10	sim	Todos	52900	33238
24	0,2	2340	0,10	sim	Todos	54800	34432
25	0,2	2640	0,10	sim	Todos	57600	36191
26	0,2	2940	0,10	sim	Todos	Erro	Erro

Tabela 10 - Síntese ensaios resistividade com elétrodos novos.

O valor máximo registado nos ensaios com os elétrodos antigos foi de 99337 Ωm e com os elétrodos novos o valores máximo alcançado foi de 36191 Ωm . Em números redondos com os elétrodos novos, para um ensaio equivalente. A diferença de valores registada não é significativa e pode estar relacionada com outros fatores como a temperatura, humidade ambiente ou a composição da água.

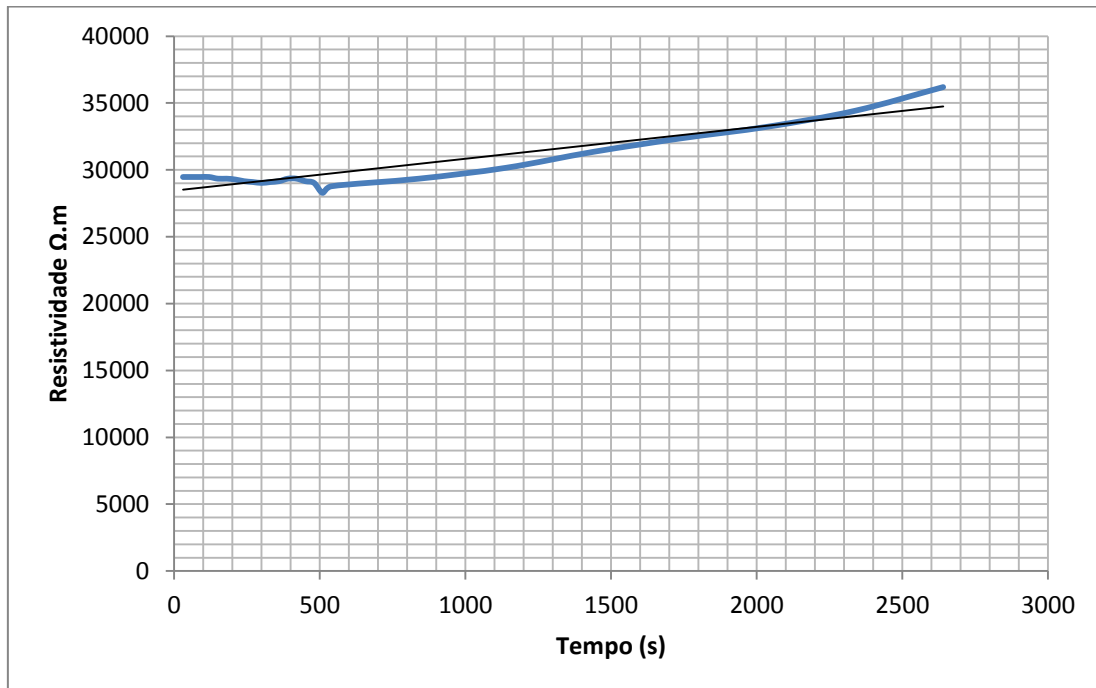


Figura 37 - Gráfico relação entre secagem do bloco e resistividade.

Neste sentido, apenas seria possível comparar os ensaios se, por exemplo, a pedra fosse submersa na totalidade num recipiente com água durante um período de tempo determinado e a uma temperatura controlada e monitorizada. Apenas desta forma seria possível replicar as mesmas circunstâncias e retirar conclusões mais aprofundadas quanto à origem da disparidade de valores.

4.3.7. Conclusões

Com os ensaios realizados foi possível testar o equipamento no objeto de estudo, bloco de granito. Os vários ensaios permitiram despistar qualquer deficiência ou constrangimento relativamente à adaptação de elétrodos de uso médicos neste contexto.

Os ensaios realizados permitiram concluir que a humidade é um fator determinante na aquisição de dados. Foi aumentada a humidade do objeto para conseguir registar valores. Esta metodologia pode ser inadequada por causar alterações às estruturas ou danificar parte delas. No caso de

alvenarias acabadas, como por exemplo, com gesso cartonado, a metodologia de humedecer a superfície com água pode ser extremamente desadequada.

A temperatura e a humidade são fatores importantes neste processo uma vez que influenciam a secagem e consequentemente o nível de humidade da pedra. A quantidade de água e o controlo da absorção depende ainda das propriedades mecânicas da rocha.

Foi ainda registada alguma dificuldade em fixar verticalmente os elétrodos na parede de alvenaria P1, quer por a superfície ser irregular, por ser de granulometria muito fina e por os elétrodos não estarem novos. Verificou-se ainda, com os elétrodos novos, que em superfícies de granulometria muito fina como a parede P1 os elétrodos perdem rapidamente a capacidade de fixação. Neste sentido é essencial que a superfície esteja limpa e sem qualquer tipo de poeiras.

4.4. Ensaios pelo método do georadar

4.4.1. Metodologia e objeto de estudo

Os ensaios com o georadar foram realizados com o propósito testar, parametrizar e ganhar alguma destreza com o equipamento. Apesar de reconhecidas as diferenças entre a parede P1 e a realidade do Solar de Lamas a parede P1 era a única alvenaria disponível, com faces acessíveis de ambos os lados para a realização deste tipo de ensaio. A metodologia de aquisição consistiu na realização de perfis verticais espaçados 0,10 metros. O sentido de aquisição foi ascendente conforme esquema da figura 38.



Figura 38 - Esquema de ensaios com GPR em Laboratório.

O comprimento aproximado dos perfis foi de 1,80 metros e alcance em profundidade programado para cerca de 0,50 metros. Os perfis tiveram como objetivo treinar a aquisição de dados no que diz respeito à velocidade e comprimento de cada perfil, por forma a garantir que todos os perfis são adquiridos no mesmo comprimento com o mesmo período de tempo. Como o equipamento disponível não é dotado de um mecanismo de medição automatizada (*encoder*), foi necessário treinar o operador.

4.4.2. Equipamento

O equipamento de georadar utilizado nos ensaios em laboratório, disponibilizado pelo Laboratório de Geofísica do DEM-FEUP, foi o sistema *SIR 3000 da GSSI* representado na figura 39 composto por unidade de controlo com ecrã (A), fonte de energia bateria de *lítio* (B) e antena monoestática (C) que faz a receção e transmissão de sinal, um dispositivo de memória (D) e um osciloscópio incorporado no equipamento (E). Na unidade de controlo foram ajustados os parâmetros do *setup* para o objeto em estudo.

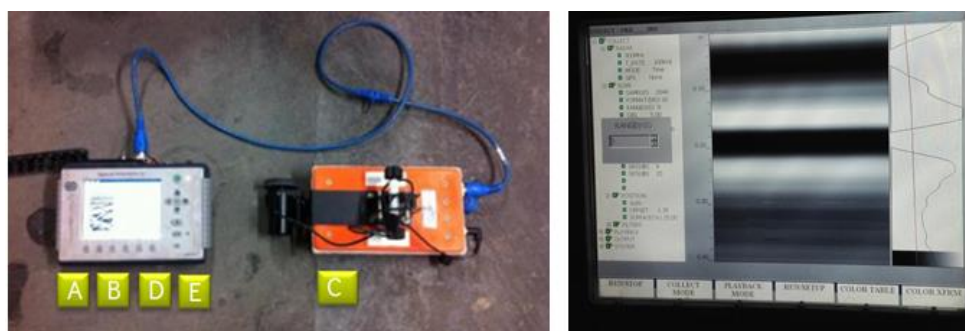


Figura 39 - Esquerda: Equipamento Georadar utilizado em laboratório; direita: fotografia do processo de calibração do *setup* na unidade de controlo.

4.4.3. Resultados e tratamento de dados

Os ensaios realizados permitiram uma análise imediata no ecrã da unidade de controlo facilitando a seleção da informação que deve ser considerada para posterior tratamento. Os radargramas foram posteriormente passados para o computador e abertos com o programa *Reflex-W da Sandmeier geophysical research*. O *Reflex-W* é um programa muito utilizado no campo da geofísica para tratamento de dados sísmicos, GPR e ultra-sons. O programa permite armazenar, visualizar, editar e processar radargramas obtidos (Fig. 40). As ferramentas dos programas permitem filtrar e manipular os dados por forma a limpar e clarificar a informação obtida.

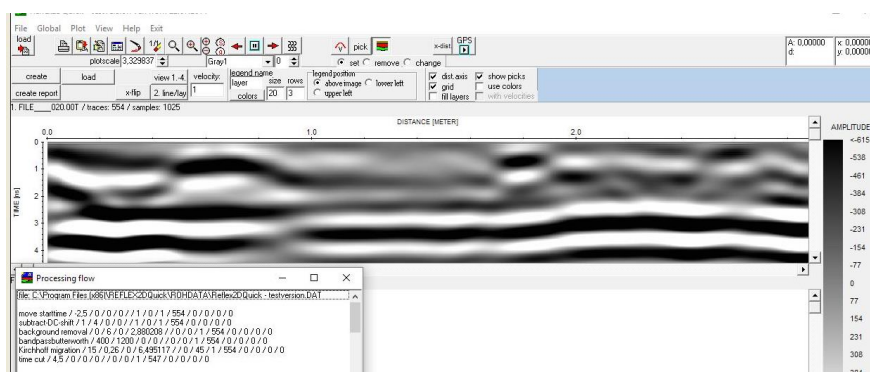


Figura 40 - Ambiente de trabalho do Reflex-W.

4.4.4. Conclusões

Os ensaios com o georadar foram essenciais para testar o método e ganhar alguma destreza na utilização do equipamento e do *software* de processamento. O georadar é frequentemente utilizado em prospeção de solos podendo ser montado numa estrutura própria de aquisição, designado frequentemente por carro. Esta estrutura permite que a aquisição seja feita por um único operador que apenas está limitado à autonomia do equipamento. Identificados os seguintes referidos pontos como principais dificuldades, foram o principal foco na adaptação dos operadores em laboratório: destreza de operadores, capacidade de sincronização da equipa, limitação do comprimento do cabo que liga a antena ao aparelho, a capacidade do operador compensar e atenuar os possíveis ruídos e ressaltos da irregularidade do granito

4.5. Método dos ensaios sísmicos

4.5.1. Metodologia e objeto de estudo

Inicialmente ainda foram realizados alguns ensaios na parede de alvenaria P1, contudo, com as dúvidas surgidas nos dados obtidos e também como nem todas as faces estavam acessíveis, foi decidido ensaiar um outro objeto de estudo, o bloco de granito já usado nos ensaios de resistividade. Perante as questões já levantadas por outros, apresentadas nos capítulos anteriores, e a vontade de explorar o método de ensaios sísmicos, ficou estabelecido que o objeto de estudo deveria ser tão homogêneo quanto possível, acessível de todos os lados, possuir dimensões compatíveis com todos os tipos de configurações e ter uma geometria semelhante aos blocos que constituem normalmente as paredes de alvenaria.

No bloco de granito foram realizados ensaios em duas fases: ensaios no bloco de granito no estado inicial e ensaios no bloco de granito com recurso à colocação de chapas metálicas. A principal diferença entre estes dois conjuntos de ensaios prende-se com o tipo de ondas que se pretende gerar e analisar. Ondas P e R na primeira fase e as ondas S sobretudo na segunda.

4.5.2. Equipamento

Nos ensaios de laboratório o material usado foi disponibilizado pelo LESE (Laboratório de Engenharia Sísmica e Estrutural da FEUP) e, conforme imagem 41, é composto por:

- Acelerómetros;
- Martelo instrumentado 5800B5 DYTRAN INSTRUMENTS;
- Placa de aquisição NI9233 da National Instruments;

- Dois módulos de condicionamento de sinal Dytran 4105C (um para o martelo e outro para o acelerómetro) que permitem fazer a amplificação da leitura por um factor de 10 ou 100;
- Computador;
- Massa fixação de acelerómetros;
- Cabos de ligação ao Martelo.



Figura 41 - Equipamento utilizado nos ensaios sínicos. A) martelo; B) acelerómetro; C) amplificador de sinal; D) placa de aquisição; E) computador; F) massa fixação; G) cabos de ligação ao martelo.

4.5.3. Ensaios bloco de granito

Primeiramente foram realizados ensaios de reconhecimento do equipamento, foram dadas pancadas com configuração direta, ou seja, com o acelerómetro paralelo ao sentido da pancada. Com os primeiros ensaios no bloco de granito sem chapas surgiram de imediato diversas questões já que, para a mesma configuração:

- Foram registados valores diferentes na repetição do ensaio;
- Obteve-se intensidade e desenvolvimento do sinal diferente entre pancadas;
- Surgiu a dificuldade em definir o início do impacto;
- Houve dificuldade em definir o fim do ruído de fundo em detrimento do início do sinal;
- Suspeitou-se de influência dos cabos no sinal.

Reconhecendo estas questões, definiu-se uma campanha de ensaios no bloco de granito e estipulou-se que para cada configuração iriam ser realizados 3 ensaios comparáveis. Para diminuir

a possível variabilidade resultante do modo como o operador utiliza o equipamento, as pancadas foram sempre dadas pela mesma pessoa.

Daquilo que foi exposto no capítulo anterior e no seguimento do apresentado por Dinis (2004), podemos considerar os valores de referência da Tabela 11.

Alteração	Resistência à compressão pontual (MPa)	Resistência à compressão diametral (MPa)	Resistência à compressão uniaxial (MPa)	Velocidade de propagação de ondas sísmicas (m/s)
W1	De 6,52 a 9,21	De 8,10 a 9,94	De 81,9 a 133	De 4183 a 4562
W2	De 3,14 a 6,20	De 5,18 a 7,11	De 36,5 a 96,0	De 2395 a 4190
W3	De 1,18 a 3,80	De 1,51 a 4,00	De 14,8 a 37,9	De 1218 a 2840
W4	De 0,36 a 1,04	De 0,36 a 1,55	De 5,39 a 12,0	De 566 a 1153
W5	----	----	De 3,30 a 4,56	De 137 a 458

Tabela 11 - Intervalo de valores característicos para cada grau de alteração da rocha ensaiada, adaptado de Dinis 2004.

Assumindo que o nosso objeto de estudo é constituído por um granito pouco alterado (W2) será de esperar valores de resistência à compressão pontual entre 3,14 e 6,20 MPa, resistência à compressão diametral de 5,18 a 7,11 MPa, resistência à compressão uniaxial de 36,5 a 96,0 MPa e velocidade de propagação de ondas sísmicas de 2395 a 4190 (m/s).

4.5.4. Configuração de ensaios e tipos de ondas

As configurações de aquisição definidas para os ensaios, diretos, semidireto e indiretos, para além dos propósitos apresentados anteriormente, foram escolhidas de forma a conseguir captar prioritariamente ondas P, ondas R e ondas S. Apesar de neste trabalho não serem abordadas as ondas R foram já recolhidos dados para que posteriormente este trabalho possa ser realizado. No que diz respeito aos ensaios foram realizados em duas etapas distintas: primeiro ensaios no bloco de granito sem chapas e numa segunda fase ensaios no bloco de granito com chapas.

4.5.4.1. Ensaios num bloco de granito sem chapas

Os ensaios no bloco de granito sem chapa tiveram como propósito estudar as ondas P e R através de ensaios diretos e indiretos e semidirectos. Foram realizados no total 27 ensaios com 8 configurações distintas (figura 42). Os acelerómetros foram fixados ao bloco de granito na posição frontal, com recurso a cera própria para o efeito. As pancadas foram todas dadas frontalmente (PF), na direção da perpendicular à superfície.

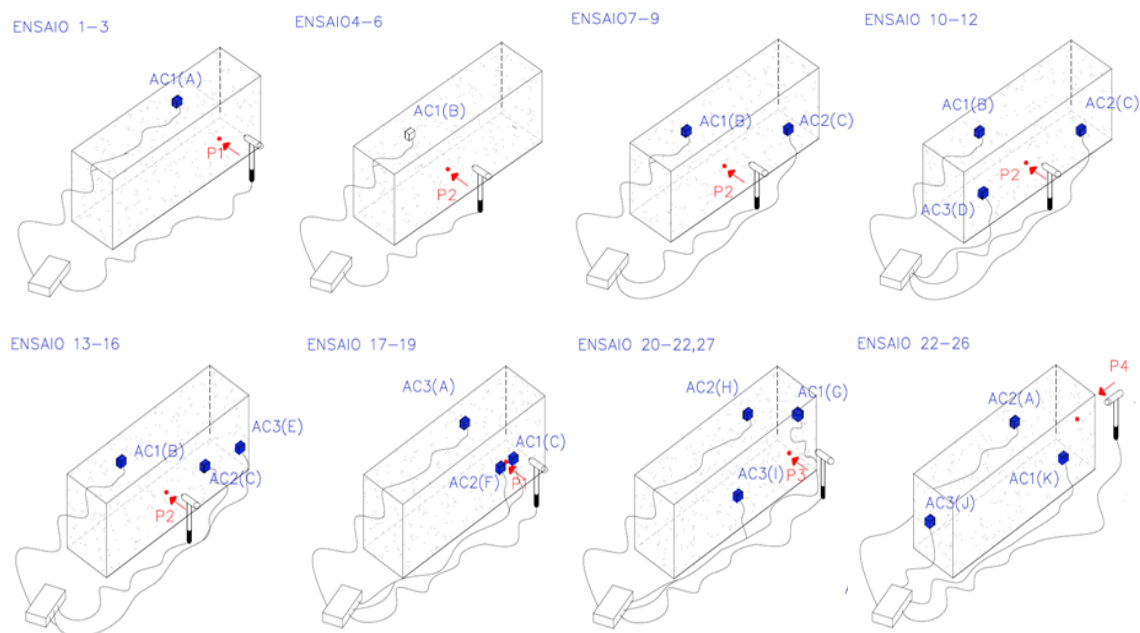


Figura 42 - Esquemas dos ensaios sísmicos realizados no bloco de granito sem chapas.

ENSAIO	TIPO	PANCADA		ACELERÓMETRO			ONDA	DISTÂNCIA
1,2,3	DIRETO	P1	PF	AC1	A	FRONTAL	ONDAS P	0,24
4,5,6	DIRETO	P2	PF	AC1	B	FRONTAL	ONDAS P	0,235
7,8,9	DIRETO	P2	PF	AC1	B	FRONTAL	ONDAS P	0,235
	INDIRETO	P2	PF	AC2	C	FRONTAL	ONDAS P E R	0,235
10,11,12	DIRETO	P2	PF	AC1	B	FRONTAL	ONDAS P	0,235
	INDIRETO	P2	PF	AC2	C	FRONTAL	ONDAS P E R	0,235
	INDIRETO	P2	PF	AC3	D	FRONTAL	ONDAS P E R	0,235
13,14,15,16	DIRETO	P2	PF	AC1	B	FRONTAL	ONDAS P	0,235
	INDIRETO	P2	PF	AC2	C	FRONTAL	ONDAS P E R	0,235
	INDIRETO	P2	PF	AC3	E	FRONTAL	ONDAS P E R	0,47
17, 18,19	INDIRETO	P1	PF	AC1	C	FRONTAL	ONDAS P E R	0,035
	INDIRETO	P1	PF	AC2	F	FRONTAL	ONDAS P E R	0,035
	DIRETO	P1	PF	AC3	A	FRONTAL	ONDAS P	0,25
20,21,22,27	DIRECTO	P2	PF	AC1	G	FRONTAL	ONDAS P	0,13
	DIRECTO	P2	PF	AC2	H	FRONTAL	ONDAS P	0,235
	INDIRECTO	P2	PF	AC3	I	FRONTAL	ONDAS P E R	0,4
23,24,25,26	DIRECTO	P2	PF	AC1	K	FRONTAL	ONDAS p	0,37
	DIRECTO	P2	PF	AC2	A	FRONTAL	ONDAS p	0,37
	DIRECTO	P2	PF	AC3	J	FRONTAL	ONDAS P	0,87

Tabela 12 - Tabela síntese das configurações dos ensaios sísmicos realizados no bloco de granito sem chapas.

4.5.4.2. Ensaios num bloco granito com chapas

A colocação de chapas metálicas, permitindo pancadas paralelas à superfície e não segundo a perpendicular, como convencionalmente se procede, reproduz o tipo de geração utilizada em prospeção geofísica pelo método da refração de ondas S. O propósito destes ensaios, é avaliar a adequabilidade do método de geração convencional para a estimação da velocidade de propagação das ondas S. Para a realização destes ensaios foram instaladas três chapas metálicas com o intuito de permitir gerar prioritariamente ondas S, sendo o movimento oscilatório das partículas perpendicular à direção da propagação da onda.



Figura 43 - Bloco de granito após colocação das chapas metálicas.

As chapas foram fixadas com bucha química. Para ganhar presa foi pressionada manualmente durante 15 minutos e ficou a secar 24 horas. Foram realizados 27 ensaios com 9 configurações diferentes que incidiram sobre as 3 chapas aplicadas.

As pancadas foram sempre executadas nas chapas e foram dadas paralelamente à superfície, da esquerda para a direita e da direita para a esquerda conforme registado nas tabelas 13, 14 e 15. Os acelerómetros foram colocados em 3 configurações distintas: frontalmente e lateralmente, mas todas na horizontal. À semelhança dos ensaios realizados anteriormente, os acelerómetros foram fixados ao granito com recurso à cera própria de fixação de acelerómetros. Os resultados apontam para a inadequabilidade do método de geração convencional para a obtenção de valores fiáveis de velocidade de propagação das ondas S.

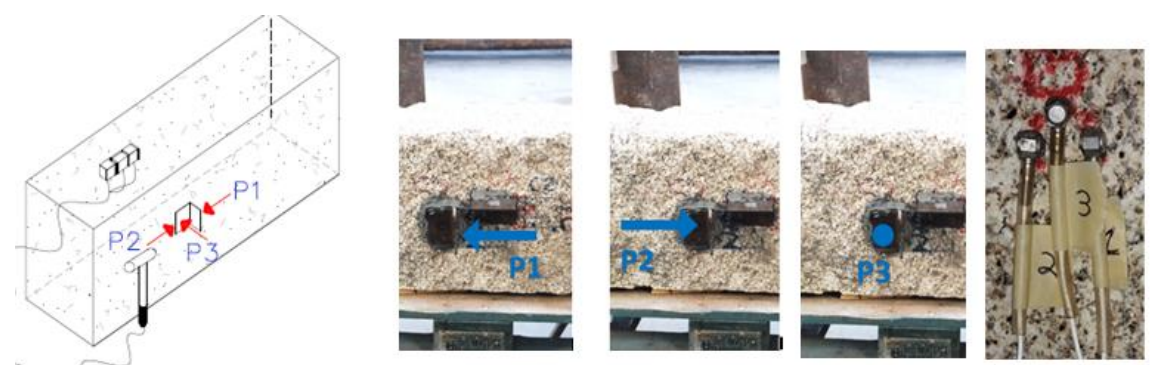


Figura 44 - Esquema de configurações dos ensaios sísmicos realizados na chapa 1 do bloco de granito

ENSAIOS NA CHAPA 1							
ENSAIO	TIPO	PANCADA		ACELERÓMETRO		ONDA	DISTÂNCIA
C1,C2,C3	DIRETO	P1	PDE	AC1	LATERAL	S	0,25
	DIRETO	P1	PDE	AC2	LATERAL	S	0,25
	DIRETO	P1	PDE	AC3	FRONTAL	-	0,25
C4,C5,C6	DIRETO	P2	PED	AC1	LATERAL	S	0,25
	DIRETO	P2	PED	AC2	LATERAL	S	0,25
	DIRETO	P2	PED	AC3	FRONTAL	-	0,25
C7,C8,C9	DIRETO	P3	PF	AC1	LATERAL	-	0,25
	DIRETO	P3	PF	AC2	LATERAL	-	0,25
	DIRETO	P3	PF	AC3	FRONTAL	P	0,25

Tabela 13 - Síntese dos ensaios sísmicos realizados na chapa 1 do bloco de granito com chapas. PDE- pancada da direita para a esquerda; PED- pancada dada da esquerda para a direita; PF- pancada frontal.

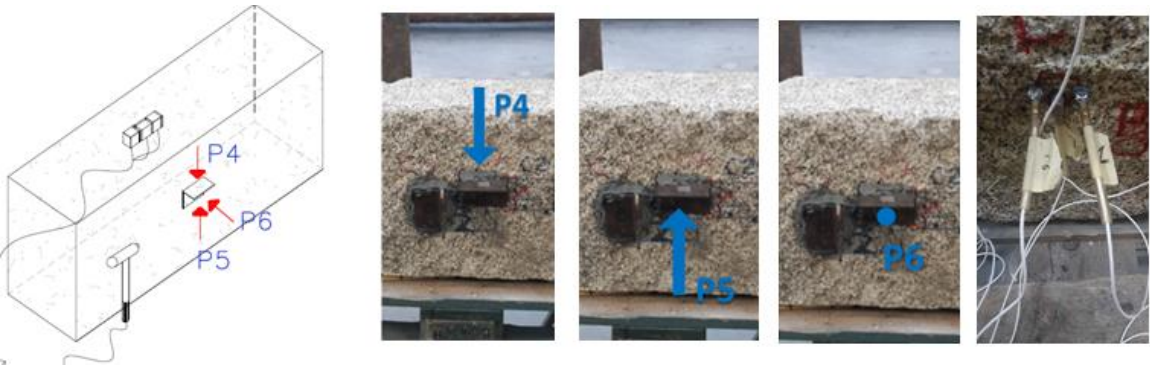


Figura 45 - Esquema de configurações dos ensaios sísmicos realizados na chapa 2 do bloco de granito com chapas.

ENSAIOS NA CHAPA 2							
ENSAIO	TIPO	PANCADA		ACELERÓMETRO		ONDA	DISTÂNCIA
C10,C11,12,	DIRETO	P4	PCB	AC1	LATERAL	S	0,26
	DIRETO	P4	PCB	AC2	HORIZONTAL	S	0,26
	DIRETO	P4	PCB	AC3	FRONTAL	-	0,26
C13, C14,C15	DIRETO	P5	PBC	AC1	LATERAL	S	0,26
	DIRETO	P5	PBC	AC2	HORIZONTAL	S	0,26
	DIRETO	P5	PBC	AC3	FRONTAL	-	0,26
C16, C17, C18	DIRETO	P6	PF	AC1	LATERAL	-	0,26
	DIRETO	P6	PF	AC2	HORIZONTAL	-	0,26
	DIRETO	P6	PF	AC3	FRONTAL	P	0,26

Tabela 14 - Síntese dos ensaios sísmicos realizados na chapa 2 do bloco de granito com chapas. PCB- pancada de cima para baixo; PBC- pancada de baixo para cima; PF- pancada frontal.

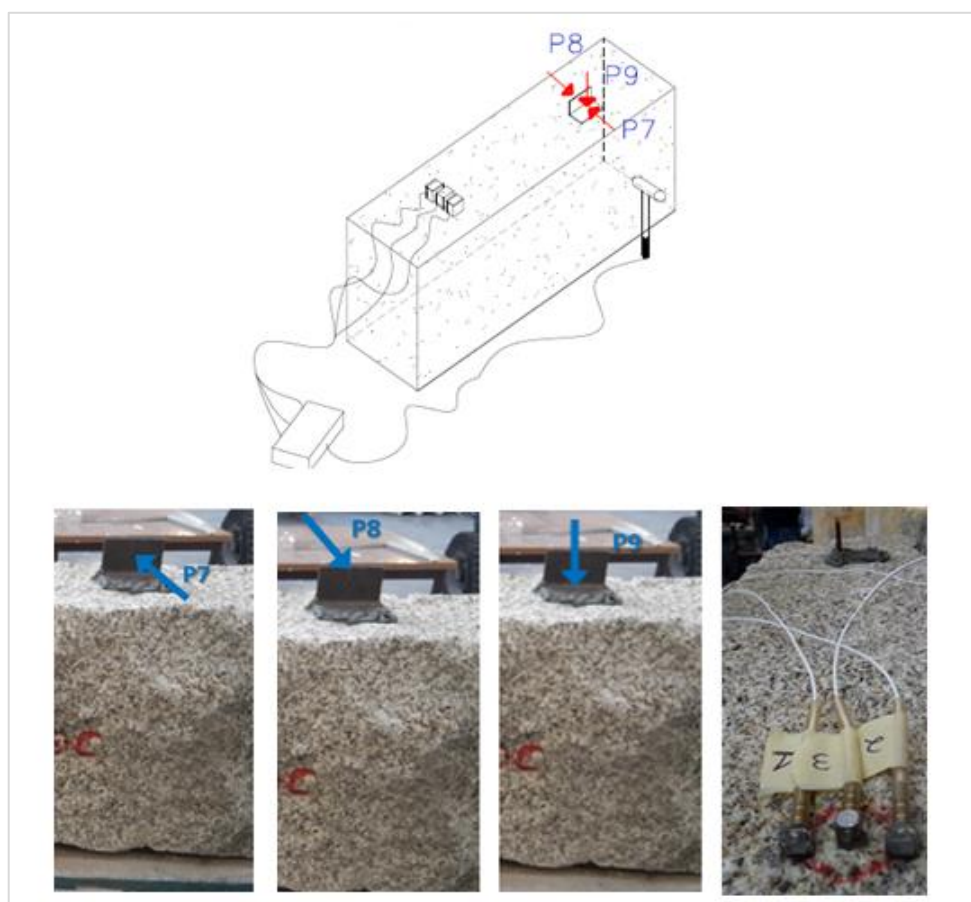


Figura 46 - Esquema configurações dos ensaios sísmicos realizados na chapa 3 do bloco de granito com chapas.

ENSAIOS NA CHAPA 3							
ENSAIO	TIPO	SENTIDO		ACELERÓMETRO		ONDA	DISTÂNCIA
C19,C20,C21	INDIRETO	P7	PFT	AC1	LATERAL	S	0,46
	INDIRETO	P7	PFT	AC2	LATERAL	S	0,46
	INDIRETO	P7	PFT	AC3	FRONTAL	-	0,46
C22,C23 ,C24	INDIRETO	P8	PTF	AC1	LATERAL	S	0,46
	INDIRETO	P8	PTF	AC2	LATERAL	S	0,46
	INDIRETO	P8	PTF	AC3	FRONTAL	-	0,46
C25,C26,C27	INDIRETO	P9	PCB	AC1	LATERAL	-	0,46
	INDIRETO	P9	PCB	AC2	LATERAL	-	0,46
	INDIRETO	P9	PCB	AC3	FRONTAL	P	0,46

Tabela 15 - Síntese dos ensaios sísmicos realizados na chapa 2 do bloco de granito com chapas. PFT- pancada de frente para trás; PTF – pancada de trás para a frente; PCB- pancada de cima para baixo.

4.5.4.3. Leitura e tratamento de dados

No que diz respeito à leitura dos dados e ao tratamento dos mesmos pode ser dividido em dois momentos distintos: a leitura e tratamento de dados em campo e a leitura e tratamento de dados em ambiente de gabinete.

Em ambiente de campo esta leitura pode ser realizada com recurso a rotinas desenvolvidas no programa *Labview* ou outros semelhantes. Por outro lado, os dados podem ser lidos e tratados posteriormente em gabinete sem que seja necessário em campo fazer qualquer tarefa. Os dados são guardados no computador, num ficheiro de *Excel* que podem posteriormente ser tratados em *Matlab* e noutros programas.

A utilização do *software* levantou algumas questões relativamente aos valores apresentados, uma vez que a resolução dos gráficos é relativamente escassa e a escolha do início do sinal depende da sensibilidade do operador. Identificadas estas questões sentiu-se a necessidade de passar os dados adquiridos para *Matlab* e em ambiente de gabinete definir o critério a seguir no cálculo das velocidades. A capacidade de resolução dos gráficos em *Matlab* é consideravelmente superior à do *Labview*. Como a resolução do *Labview* é menor torna difícil distinguir o ruído do início do sinal influenciando diretamente a escolha da primeira chegada de sinal e, conseqüentemente, o cálculo das velocidades. Entendidas as diferenças considerou-se, para efeitos de análise, que o programa *labview* seria a primeira abordagem no cálculo da velocidade e o *Matlab* seria o segundo.

O cálculo das velocidades com recurso aos gráficos obtidos em *Matlab* também levantou algumas questões na definição do final do ruído e início de sinal. Neste contexto, reconhecida a dificuldade na definição da primeira chegada de sinal e a variabilidade de resultados foram estudados quatro critérios de tratamento dados e cálculo das velocidades.

Apesar dos ensaios sísmicos já terem sido testados por vários autores como Luís Miranda em 2011, e não ter sido identificada esta dificuldade na definição do início do sinal no presente trabalho pretendeu-se explorar e apresentar a dificuldade e consequência da incorreta definição do início do sinal. Os testes realizados permitiram validar que a definição do início do sinal carece de uma metodologia que deve ser rigorosa sob pena dos valores apurados não serem rigorosos. Nos próximos subcapítulos são apresentados os 4 critérios definidos e estudados como processos de identificação da primeira chegada de sinal.

4.5.4.3.1. 1º Critério

Durante o ensaio os dados são guardados automaticamente no computador. O programa desenvolvido no LESE, em ambiente Labview, permite visualizar os ensaios e guardar ou descartar de imediato aqueles que se considerarem descartáveis. Os dados são armazenados num ficheiro de Excel permitindo posteriormente, em ambiente de gabinete realizar diferentes cálculos. Genericamente, a grande vantagem deste programa é permitir de imediato ver a relação entre sinal e ruído, a relação do sinal recolhido pelos sísmicos e o sinal emitido pelo impacto do martelo. De facto, durante os ensaios, foi possível confirmar que pequenas coisas podem ter influência no sinal, como vibrações ou sons ambientes ou mesmo questões físicas em que o martelo regista dois impactos. A par desta característica de visualização do sinal e armazenamento de dados, o programa permite calcular de imediato as velocidades associadas ao ensaio realizado.

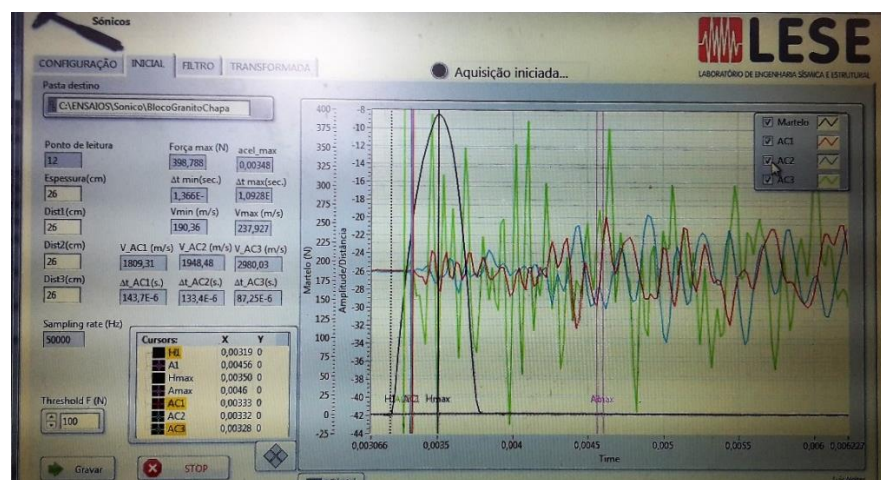


Figura 47 - Programa em Labview para recolher dados dos ensaios sísmicos.

No decorrer de um ensaio, após a pancada, os sinais são reconhecidos pelo programa que os apresenta num gráfico (figura 47). O programa permite que sejam introduzidas algumas características como a distância do acelerómetro ao martelo e a espessura do objeto em estudo. Por defeito o programa assume a preto o sinal do martelo/impacto, a vermelho (AC1), a azul (AC2) e a verde (AC3). As retas verticais com a mesma cor indicam o início do sinal que é ajustado manualmente pelo operador. Ao ajustar e definir o início do sinal o programa calcula automaticamente as velocidades.

4.5.4.3.2. 2º Critério

Conforme referido, o programa *Labview* possui reduzida capacidade de resolução gráfica com os dados recolhidos nos ensaios, sendo pouco precisa a escolha do ponto exato que se pretende considerar. Por outro lado o programa utilizado não possui parâmetros que permitam definir um *zoom-tipo* ou definir um intervalo de amplitudes. Contrariamente, o *Matlab* possui uma elevada capacidade de resolução dos gráficos, permite a definição do ponto exato que pretendemos considerar para cálculo, possui a vantagem de ter outras funcionalidades que permitem de forma expedita associar processos de cálculo. O *Matlab* permite ainda definir um *zoom-tipo* igual para todos os gráficos. Aquilo que se conseguiu verificar é que o *zoom* influencia a escolha da primeira chegada. Neste contexto surge o segundo critério. Os dados foram tratados em *Matlab* e transformados em gráficos todos com a mesma janela de *zoom*. Foi feito um *offset* vertical dos sinais para o zero e procedeu-se à sua adimensionalização. A janela criada baliza os valores verticais nos valores $[-0.015 \text{ a } 0.015]$ e no eixo horizontal $[0,5]$.

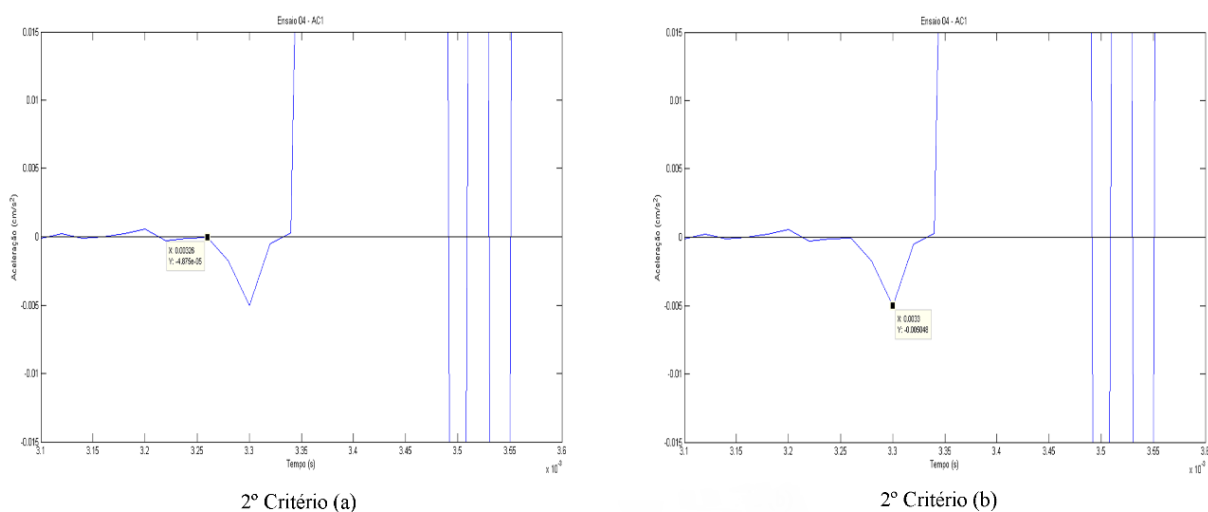


Figura 48 - Gráficos tipo e primeira chegada no critério 2ºA e 2ºB.

Neste critério podemos considerar dois subcritérios respetivamente critério 2A e 2B. A diferença entre estes dois critérios é o início da primeira chegada, conforme gráficos da figura 48. No primeiro subcritério (2A) considera-se que a primeira chegada é quando a alteração de sinal intersecta a linha do zero. O segundo subcritério (2B) considera-se que o sinal se inicia no pico seguinte ao ponto considerado anteriormente.

4.5.4.3.3. 3º Critério

Conforme registado anteriormente no *Labview* e confirmado pelo critério anterior o *zoom* que é feito na janela do sinal é determinante para estabelecer o início do sinal.

O 3º critério surge da necessidade de perceber o impacto que terá, na leitura e definição da primeira chegada, a adoção de um *zoom* menos “pixelizado” e mais abrangente que o definido para o critério anterior. Nesse sentido foi definida uma janela com *zoom* menor, ilustrado pelo gráfico representado na imagem 49.

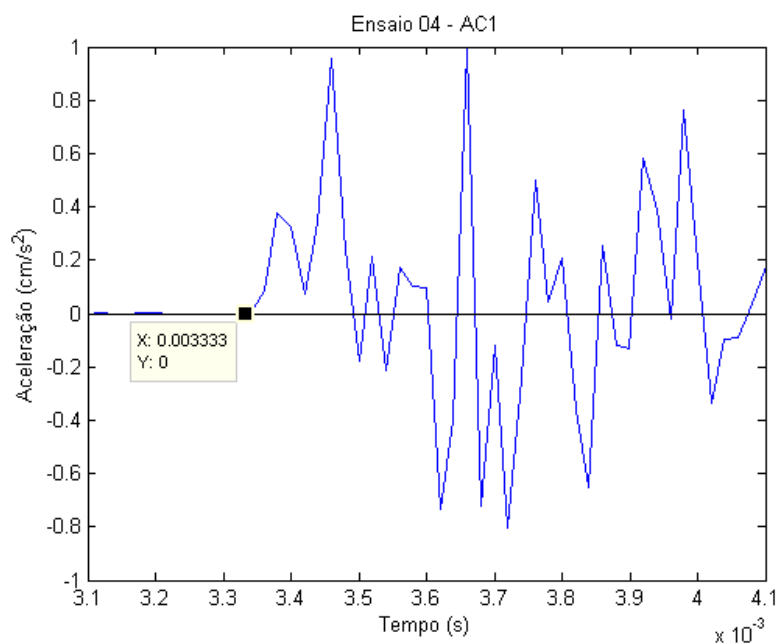


Figura 49 - Gráfico tipo 3º Critério.

Esta janela de *zoom* foi parametrizada para todos os ensaios realizados. A amplitude dos sinais varia entre [-1 e 1] no eixo vertical e no eixo horizontal é caracterizado por um intervalo de um metro por segundo. Comparativamente ao método anterior a janela já mostra a evolução do sinal, colocando de lado qualquer alteração proveniente do meio ambiente.

Olhando para o gráfico da figura 49 é de imediato perceptível a altura em que o ruído passa a sinal e se afasta do zero. Este critério, ao contrário do anterior, considera o desenvolvimento e progressão do sinal como forma de identificar a primeira chegada. Este *zoom* permitirá ainda

identificar as restantes chegadas como as ondas R. Contudo, no presente trabalho apenas se concentra o estudo na primeira chegada.

4.5.4.3.4. 4º Critério

O quarto critério surge da vontade de tentar criar uma metodologia automática para a definição do início da primeira chegada de sinal, tendo por base o segundo critério. No tratamento de dados realizado com o segundo critério surgiu, como referido anteriormente, a questão de se deveria ser considerada como primeira chegada a primeira alteração de sinal que intercepta o zero (2ª) ou o segundo sub-critério (2B) considerando que o sinal se inicia no pico seguinte ao ponto considerado anteriormente. O quarto critério surge como relação entre estes dois critérios.

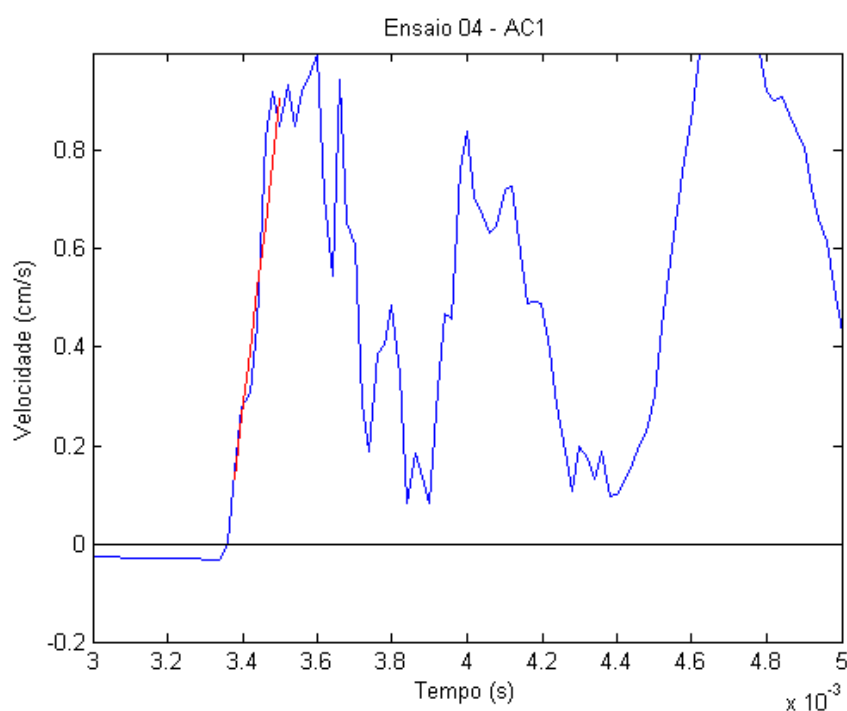


Figura 50 - Gráfico tipo 4º Critério.

Este critério surge na tentativa de automatizar o processo de determinação e recolha de dados da primeira chegada através de uma aproximação linear entre estes dois pontos. Considera-se que o sinal da primeira chegada é o ponto em que a reta definida por estes dois pontos intercepta o eixo do tempo.

Para tornar este procedimento operativo, os gráficos foram integrados e foi configurado em *Matlab* um programa que fizesse esta aproximação linear de forma automática. Claro que é sempre necessário a verificação manual de cada gráfico para validação e determinação dos pontos em estudo. A figura 50 ilustra os gráficos obtidos pelo programa. A azul está por defeito representado o sinal e a vermelho a aproximação linear.

4.6. Resultados e considerações

Em laboratório foram realizados 27 ensaios no bloco de granito sem chapa e 27 ensaios no bloco de granito com chapas num total de 54 ensaios, aproximadamente 216 sinais. No tratamento dos dados aplicou-se a cada um dos sinais todos os critérios anteriormente apresentados. Conforme referido anteriormente o principal objetivo destes ensaios consiste na obtenção da velocidade de propagação das ondas através do material, tendo como objetivo a caracterização mecânica do objeto em estudo. Assim, considerando que o material é homogêneo, os valores das velocidades devem ser coerentes entre si para a mesma configuração. Para confirmar de forma rigorosa a validação desta premissa, os resultados foram sistematizados por tipo de ensaios (diretos, indiretos e semidirectos) e segundo os critérios de tratamento de dados estabelecidos. Estes dados foram convertidos em tabelas síntese e gráficos síntese, conforme exemplo da figura 51 e 52.

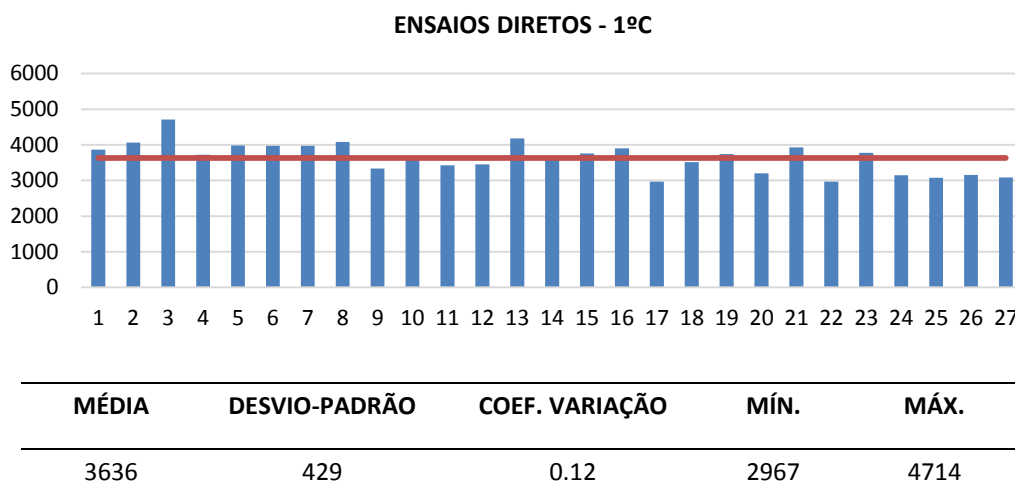


Figura 51 - Velocidades dos ensaios diretos, pelo 1º Critério antes refinamento.

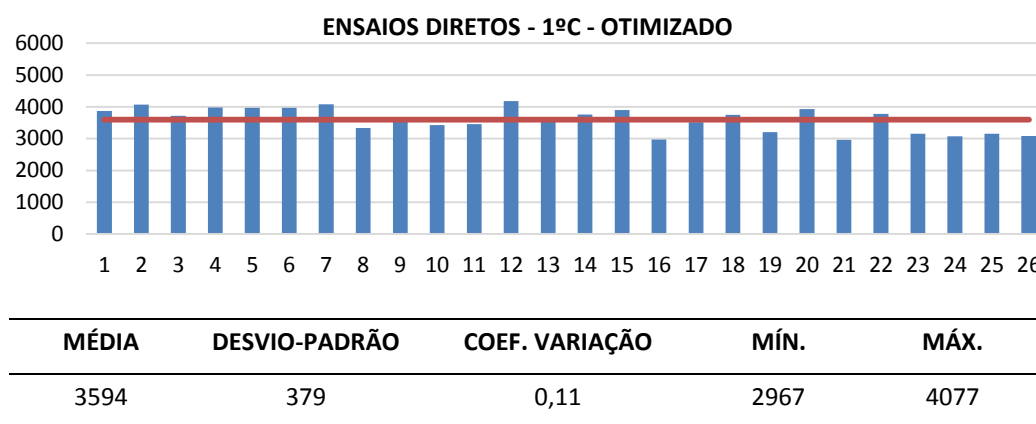


Figura 52 - Velocidades dos ensaios diretos, 1º Critério com tratamento dados.

Posteriormente foi feita uma análise estatística exploratória dos resultados, consistindo no cálculo da média, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo. Para a elaboração de novo gráfico com base na análise estatística considerou-se um intervalo razoável no qual se pudesse excluir os valores fora do limite estabelecido (*outliers*), com valores estabelecidos entre a média e dois desvios-padrão. Com esta metodologia foi possível obter gráficos conforme figura 51. Após repetição desta abordagem para todos os ensaios segundo todos os critérios foi realizada uma análise aos valores obtidos com a implementação dos diferentes critérios. A tabela 16 sintetiza todos os resultados finais após as ponderações anteriormente referidas. O principal objetivo deste exaustivo tratamento de dados prendeu-se com as dúvidas levantadas relativamente ao melhor critério para determinação da primeira chegada por forma a escolher um critério que será aplicado nos ensaios a realizar no Solar de Lamas.

BLOCO DE GRANITO	TIPO DE ENSAIO	CARACTERÍSTICAS	1ºC	2ºC(A)	2ºC(B)	3ºC	4ºC
Sem Chapas	Diretos (Ondas P)	Média	3594	3434	3284	3385	3379
		Desvio-Padrão	379	435	591	494	445
		Coef. Variação	0.11	0.13	0.18	0.15	0.13
	Semidiretos (Ondas)	Média	3591	2518	2999	1791	2628
		Desvio-Padrão	327	891	710	650	845
		Coef. Variação	0.09	0.35	0.24	0.36	0.32
Com Chapas	Diretos (Ondas P)	Média	3295	2591	3600	3201	2912
		Desvio-Padrão	297	578	598	192	421
		Coef. Variação	0.09	0.22	0.17	0.06	0.14
	Diretos (Ondas S)	Média	1849	1247	-	1332	1351
		Desvio-Padrão	407	221	-	117	887
		Coef. Variação	0.22	0.18	-	0.09	0.66
	Indiretos (Ondas S)	Média	2139	1440	1580	1437	1155
		Desvio-Padrão	117	225	115	45	68
		Coef. Variação	.0.5	0.16	0.7	0.03	0.06

Tabela 16 - Características dos resultados das velocidades para o bloco de granito com e sem chapas.

Apesar do primeiro critério não ser o que apresenta maiores discrepâncias traduzidas em desvio-padrão e coeficiente de variação é um método pouco rigoroso na determinação da primeira

chegada. Conforme apresentado anteriormente o programa em *Labview* possui pouca resolução no *zoom* e não permite a padronização do *zoom* para todos os ensaios. A escolha do início do sinal é realizada de forma expedita e pouco rigorosa para que possa ser considerado como valor de referência em caracterizações mecânicas e estruturais. Uma das grandes desvantagens deste método é a obrigatoriedade de definir, em cada aquisição, o início da chegada no final de cada pancada. Por outro lado, a morosidade que é introduzida nos ensaios por este critério pode condicionar a veracidade dos resultados já que as circunstâncias dos ensaios podem alterar-se com a janela de tempo que é criada entre ensaios. No que diz respeito ao segundo critério, e da análise da tabela 16, podemos de imediato perceber a diferença de valores entre o critério A e B no que diz respeito ao desvio padrão e ao coeficiente de variação. De facto, apesar da diferença entre os dois pontos não parecer significativa no desenvolvimento do gráfico, é determinante no cálculo das velocidades. É evidente através da leitura da Tabela 16 que o critério 2B não é aplicável a todos os ensaios e apresenta valores de desvio padrão e de coeficiente de variação mais elevados. Por outro lado, o critério 2A apesar de ser exequível em todas as configurações apresenta a grande desvantagem de assumir um padrão e janela de *zoom* muito reduzida podendo induzir em erro a interpretação do sinal.

O terceiro critério é aquele que apresenta resultados mais favoráveis ao nível do desvio-padrão e do coeficiente de variação. Durante o tratamento de dados com este critério também se reconheceu a facilidade e coerência na determinação da primeira chegada. Por outro lado, como o *zoom* apanha o início do sinal e o desenvolvimento das ondas, permite reduzir as incertezas relativamente ao ruído. Pelos motivos apresentados anteriormente e de acordo com os resultados obtidos resumidos na tabela 16, o terceiro é o método que garante maior coerência e resultados fidedignos.

O quarto critério apesar de ter como princípio uma aproximação linear entre os pontos definidos no segundo critério não apresenta resultados elevados de desvio padrão (66%) e coeficiente de variação.

De acordo com o apresentado pode-se concluir que não existe um método ideal e infalível na determinação da primeira chegada. Com estes ensaios conseguimos comprovar que o processo de determinar a primeira chegada não é tão expedito e imediato como referido por diversos autores. O operador ou analista dos dados têm um papel determinante na interpretação nos resultados. A determinação da primeira chegada deve ser ponderada e efetuada por um operador experiente. O critério que melhor se adequa ao objetivo e ao processo dos métodos sísmicos é a combinação com o terceiro critério. Contudo, sempre que suscitem dúvidas relativamente ao início do sinal deve ser feito um reajuste com recurso a um *zoom* maior, semelhante ao utilizado no critério 2º. Neste sentido, para o cálculo do módulo de elasticidade e no tratamento de dados

do caso de estudo será utilizado o terceiro critério como base de procedimento no cálculo das velocidades.

Considerado o exposto anteriormente para o cálculo do método da elasticidade do bloco de granito, foram considerados os valores obtidos pelo terceiro critério. Para o cálculo do módulo de elasticidade das ondas P foi utilizada a equação 3.22. Considerou-se que a densidade do bloco de granito é aproximadamente 2600Kg/m³ e que o coeficiente de *Poisson* toma um valor de 0,3.

TIPO DE ONDAS	BLOCO DE GRANITO	VELOCIDADE (M/S)		MÓDULO DE ELASTICIDADE (GPA)
Ondas P	Sem chapa	Mínima	2000	7.73
		Média	3385	22.13
		Máxima	4237	34.67

Tabela 17 - Velocidades de propagação das ondas P no bloco e respectivos módulos de elasticidade, considerando uma massa volúmica de $\rho=2600\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0.3$.

5. Ensaio Solar de Lamas

Em ambiente de campo foram aplicadas as metodologias anteriormente testadas em laboratório de ensaios não destrutivos. Foram realizados ensaios com o método da resistividade elétrica, método do georadar e método dos ensaios sísmicos. O objeto de estudo em ambiente de campo foi uma parede do Solar de Lamas.

O Solar de Lamas ou, de acordo com a pedra de armas da figura 53, Solar dos Viscondes Roriz, foi erguido no século XVIII no atual centro urbano de Porto, freguesia de Paranhos. A habitação senhorial possui um desenvolvimento em U conforme figura 54 desenvolvendo-se em dois pisos. O acesso ao andar nobre é feito por uma escadaria situada entre os dois corpos do edifício. O solar tem ainda associado um vasto terreno onde estão implantados uma igreja, anexos com funções agrícolas, jardim e terreno de cultivo (DGPC, 2003). Atualmente a zona correspondente à habitação senhorial está desabitada devido ao elevado nível de degradação.



Figura 53 - Pedra de armas dos Viscondes de Silva, adaptado de Roriz (2014).



Figura 54 - Vista área do Solar Lamas, adaptado de unesoco (2015)

No recinto do solar existe uma construção posterior, anexos, que são habitados neste momento pelas pessoas responsáveis pela vigilância e manutenção do espaço exterior do solar. À semelhança das construções da época, em especial as construções civis como os solares, foram edificadas com recurso a alvenarias de granito, as paredes, pilares, entalhes, arcos e escadas. A

estrutura dos pavimentos e do telhado foi construída com recurso a barrotes de madeira. No âmbito da presente dissertação foi estudada parcialmente uma parede do Solar de Lamas. A área de intervenção localiza-se na zona dos antigos estábulos ao nível do rés-do-chão, assinalada na planta da figura 55.

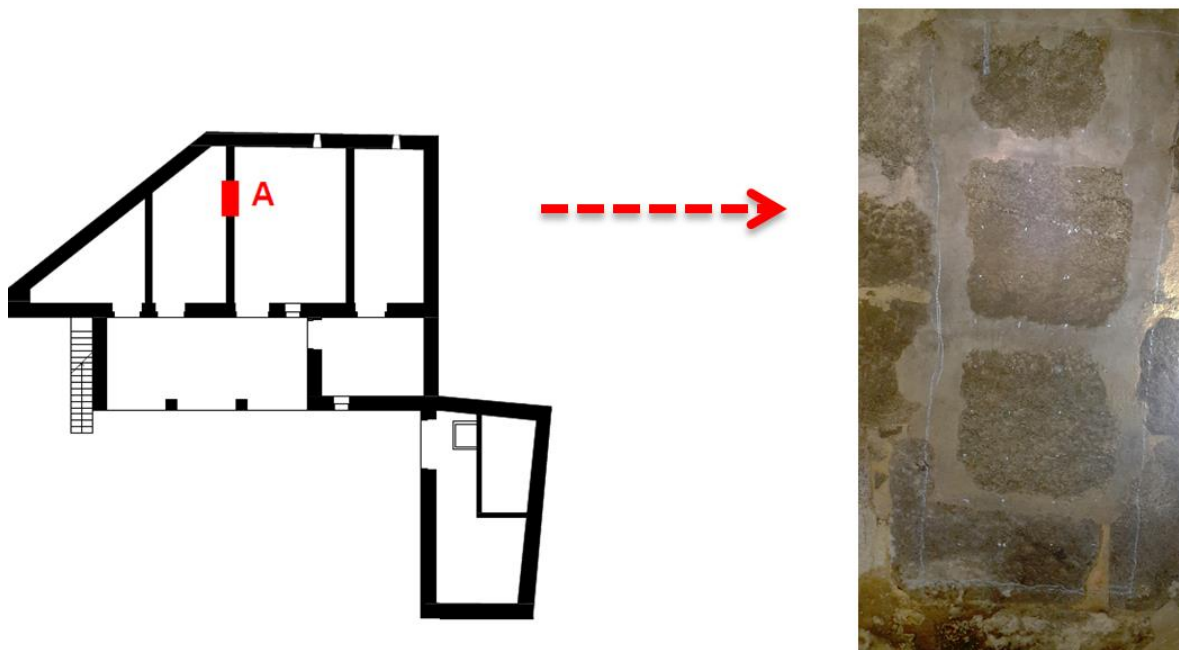


Figura 55 - Esquerda: Planta Solar de Lamas (A) localização da intervenção; Direita: Fotografia da parede em estudo no Solar de Lamas.

Conforme imagem da figura 55 foi escolhida para ensaios uma parcela da parede divisória dos estábulos. A parede é composta por blocos de granito emparelhados e unidos com argamassa. A espessura média da parede é de 0,25 metros. A espessura da parede, 0,25 metros indica que se trata de uma parede divisória e não estrutural. As paredes estruturais dos solares possuíam normalmente no rés-do-chão uma dimensão de aproximadamente 0,40 metros. A parede da área em estudo e as dos compartimentos vizinhos são muito húmidas, apresentam algumas alterações e estão pontualmente cobertas de sais.

Acredita-se que as alterações e sais presentes nas paredes tenham origem na funcionalidade do espaço, por se tratar dos estábulos do solar. Apesar de já estar desativado há vários anos, era ainda perceptível uma camada de matéria orgânica espessa ao nível do pavimento com cerca de 0,50 metros no compartimento da face norte da parede. A parede em estudo estava ainda muito suja com pó e resíduos decorrentes da falta de manutenção e do estado de degradação do Solar de Lamas.

5.1. Ensaios método elétrico da resistividade

À semelhança dos estudos realizados em laboratório e apresentados no capítulo anterior foram realizados ensaios com o método elétrico da resistividade no Solar de Lamas. A configuração eletródica usada nos ensaios foi a anteriormente estudada em laboratório, a de Wenner. Foram realizados ensaios com duas configurações: malha de 0,15 x 0,15 metros e três sondagens elétricas verticais.

5.1.1. Equipamento

Do equipamento utilizado nos ensaios do solar foi o mesmo utilizado nos ensaios de laboratório. Foi utilizado o resistivímetro *Terrameter SAS 300C* e respetivos acessórios, conforme figura 56 (A) bateria (B) resistivímetro (C) cabos (D) elétrodos e (E) gel. À semelhança do trabalho desenvolvido em laboratório foram utilizados elétrodos de uso médico.

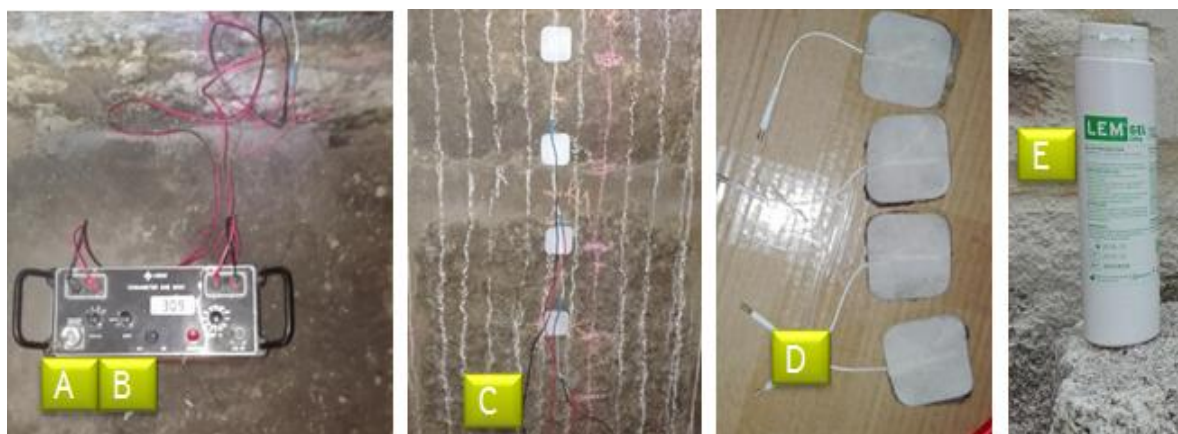


Figura 56 - Equipamento método da resistividade utilizado no Solar de Lamas (A) bateria (B) resistivímetro (C) cabos (D) elétrodos e (E) gel.

Contrariamente ao que ocorreu em laboratório não foi sentida qualquer dificuldade em registar dados com o resistivímetro. Conforme apresentado e comprovado no capítulo anterior, a humidade têm influência direta na capacidade e nos dados adquiridos.

Como a parede em estudo é bastante húmida não foi necessário humedecer o objeto de estudo para registar resultados. Contudo, foi necessário limpar a superfície antes de colar os elétrodos, uma vez que a superfície da pedra se encontrava bastante suja. Apesar de ter sido feita uma limpeza pontual com recurso a pincel seco, os elétrodos ficaram muito sujos e apresentavam no final dos ensaios algum desgaste.

5.1.2. Sondagens elétricas verticais

Foram feitas três sondagens elétricas verticais. Estes ensaios foram realizados com a configuração Wenner tendo como objeto de estudo um ponto (K); foi feita uma sequência de ensaios nos quais se foi aumentando a distância entre elétrodos. As sondagens elétricas verticais permitem uma análise do objeto em profundidade. À medida que distância entre os elétrodos aumenta, cresce a profundidade de investigação no ponto central (K). De acordo com Loke, M. H. (1999), a profundidade média de investigação (Z_e) relaciona-se com a distância entre elétrodos ou a total sendo, para a configuração de Wenner :

$$\frac{Z_e}{a} = 0,519 \quad (5.1)$$

Ou

$$\frac{Z_e}{L} = 0,173 \quad (5.2)$$

em que:

Z_e = profundidade média (metros)

a = espaçamento entre elétrodos (metros)

L = comprimento total entre elétrodos (metros)



Figura 57 - Esquema dos pontos estudados por sondagens elétricas verticais (K1,K2,K3).

5.1.2.1. Ponto K1

Conforme figura 58, o ponto K1 situa-se na junta entre duas pedras. Os ensaios começaram com afastamento inicial (a) de 0,10 metros aumentando progressivamente em intervalos de 0,05 metros. Recorrendo à fórmula 5.1 foi calculada a profundidade média para cada um dos ensaios. Conforme tabela 18, podemos verificar a relação da profundidade com o afastamento entre eletrodos.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	ELETRODOS		RESULTADO (Ω)	PROFUNDIDADE (m)	RESISTIVIDADE (Ω m)
		AFASTAMENTO (m)	GEL			
1	0,2	0,10	sim	81,3	0,05	51,08
2	0,2	0,15	sim	49,5	0,08	31,10
3	0,2	0,20	sim	52,6	0,10	33,05
4	0,2	0,25	sim	46,2	0,13	29,03
5	0,2	0,30	sim	46,3	0,16	29,09
6	0,2	0,35	sim	45	0,18	28,27
7	0,2	0,40	sim	39,9	0,21	25,07
8	0,2	0,45	sim	35,9	0,23	22,56
9	0,2	0,50	sim	35	0,26	21,99
10	0,2	0,55	sim	34,4	0,29	21,61

Tabela 18 - Tabela síntese de ensaios realizados no ponto K1.

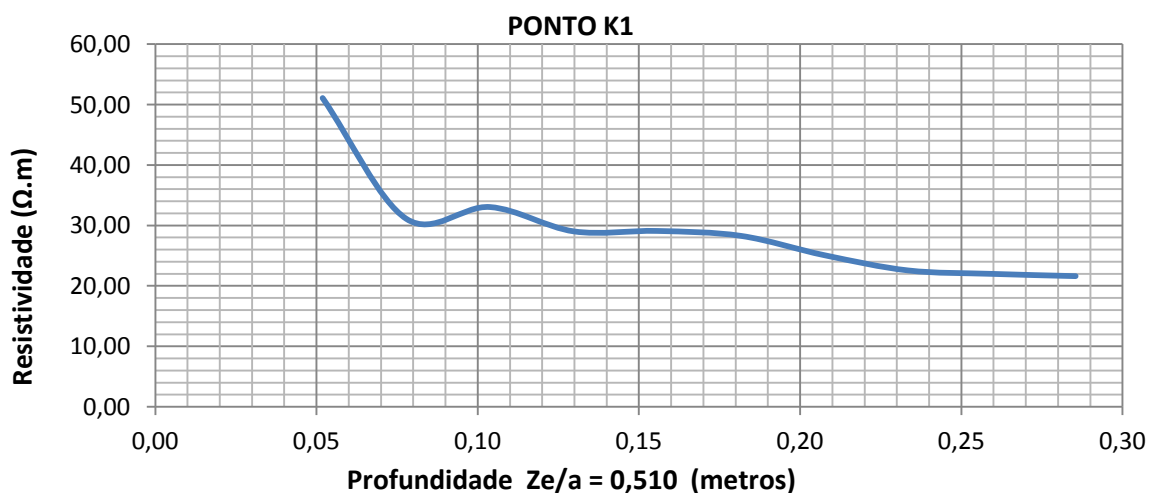


Figura 58 - Gráfico de ensaios no ponto K1 - Relação entre a profundidade de ensaio e a resistividade.

O gráfico da figura 58 ilustra a relação entre a resistividade do material e a profundidade de investigação, segundo o método de Loke. No gráfico da figura 58 é perceptível uma alteração ao nível da superfície que corresponderá à argamassa. Posteriormente, entre os 0,09 e os 0,13 metros de profundidade, regista-se uma diferença de material e, a partir dos 0,24 metros de profundidade, o valor da resistividade estabiliza e mantêm-se constante identificando o final da parede que têm aproximadamente 0,25 metros de espessura. A parede apresenta à superfície resistividade mais elevada do que o interior da parede. Maior resistividade menor condutividade no interior, o que significa que o interior da parede será um meio menos húmido.

5.1.2.2. Ponto K2

Contrariamente ao ponto K1 o ponto K2 situa-se numa pedra de granito (figura 57). Foram realizados ensaios no ponto K2 com a configuração Wenner. O afastamento inicial entre elétrodos foi 0,10 metros aumentado progressivamente em intervalos de 0,05 metros.

Conforme tabela 19, apenas foram feitos ensaios até ao afastamento máximo entre elétrodos de 0,35 metros. Não foram realizados ensaios com afastamento entre elétrodos superior a 0,35 metros porque o último elétrodo já se encontraria fora da área de intervenção.

Conforme gráfico da figura 59 verifica-se que à superfície o valor da resistividade é mais elevado do que o interior da parede. Maior resistividade menor condutividade no interior, o que se traduz em menor humidade no interior da parede.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	ELETRODOS		RESULTADO (Ω)	PROFUNDIDADE (m)	RESISTIVIDADE (Ω m)
		AFASTAMENTO (m)	GEL			
1	0,2	0,10	sim	79,7	0,05	50,08
2	0,2	0,15	sim	79,2	0,08	49,76
3	0,2	0,20	sim	57,4	0,10	36,07
4	0,2	0,25	sim	42,4	0,13	26,64
5	0,2	0,30	sim	37,2	0,16	23,37
6	0,2	0,35	sim	36,9	0,18	23,18

Tabela 19 - Tabela síntese de ensaios realizados no ponto K2.

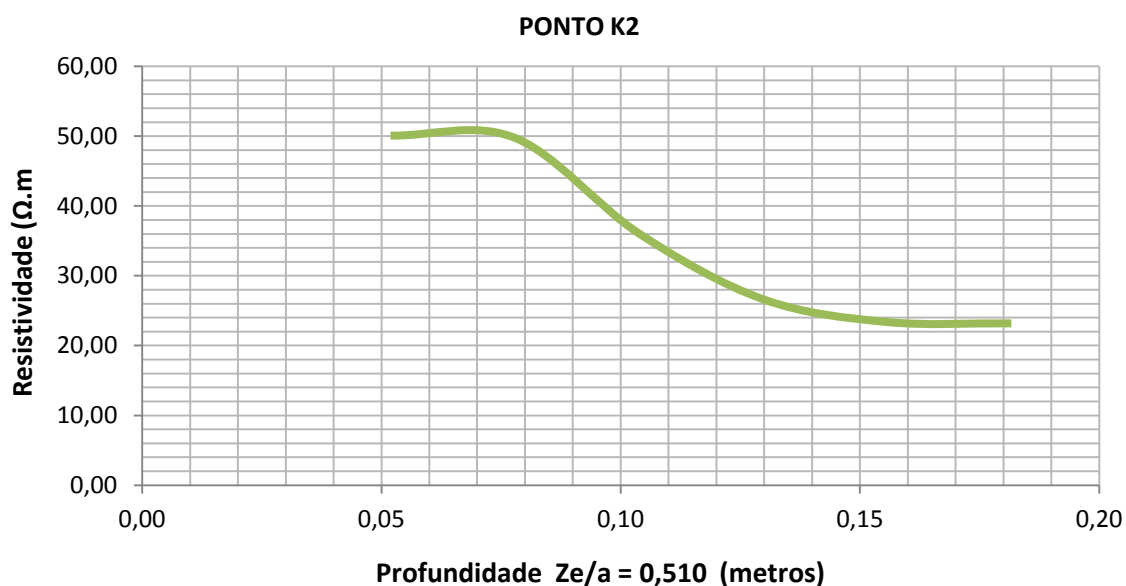


Figura 59 – Gráfico de ensaios no ponto K2 - Relação entre profundidade do ensaio e a resistividade.

5.1.2.3. Ponto K3

À semelhança do ponto K2 o ponto K3 localiza-se num dos blocos da alvenaria de pedra (figura 57). Foram realizados ensaios no ponto K3 com a configuração Wenner. O afastamento inicial entre elétrodos foi de 0,10 metros aumentado progressivamente em intervalos de 0,05 metros. Conforme tabela 20 apenas se conseguiram fazer ensaios até ao afastamento máximo entre elétrodos de 0,35 metros. Não foram realizados ensaios para além deste afastamento por condicionamento de espaço.

ENSAIO	CORRENTE (mA)	ELÉTRÓDOS		RESULTADO (Ω)	PROFUNDIDADE (m)	RESISTIVIDADE (Ωm)
		AFASTAMENTO (m)	GEL			
1	0,2	0,10	sim	46,2	0,05	29,03
2	0,2	0,15	sim	48,8	0,08	30,66
3	0,2	0,20	sim	42,7	0,10	26,83
4	0,2	0,25	sim	35,8	0,13	22,49
5	0,2	0,30	sim	33,7	0,16	21,17
6	0,2	0,35	sim	30,9	0,18	19,42

Tabela 20 - Tabela síntese ensaios realizados no Ponto K3.

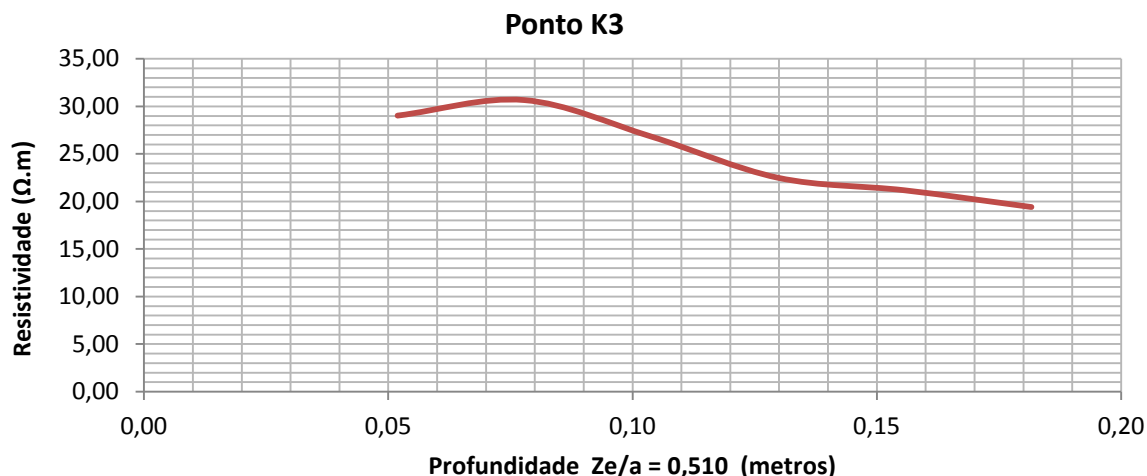


Figura 60 - Gráfico de ensaios no ponto K3 - Relação entre a profundidade do ensaio e a resistividade.

Conforme gráfico da figura 60 verifica-se que até ao 0,08 o valor da resistividade é mais elevada do que o interior da parede. Maior resistividade menor condutividade no interior, o que se traduz em menor humidade no interior da parede.

5.1.3. Ensaios elétricos com malha quadrada

Sobre a parede em estudo foi definida uma malha 0,15 x 0,15 metros de espaçamento num total de 60 pontos. A configuração de aquisição utilizada para cada ponto foi o método de Wenner. As dimensões da malha são 0,75 largura x 1,35 metros de altura conforme figura 61. Os ensaios foram realizados com apenas uma leitura e corrente de 0,2 mA.



Figura 61 - Esquerda: Secção da parede em estudo; Direita: Esquema malha de ensaios.

A malha foi definida para abranger o máximo da área em estudo. Contrariamente às sondagens elétricas verticais, esta configuração de aquisição tem como propósito a obtenção de um mapa 2d da variabilidade espacial da resistividade aparente na camada mais superficial da parede. De acordo com o apresentado anteriormente, considerando que o afastamento, valor de (a), é 0,15 metros os resultados obtidos dirão respeito a uma profundidade aproximada de 0,08 metros.

Foi registada alguma dificuldade na realização dos últimos ensaios devido ao desgaste dos elétrodos. Apesar de a superfície ter sido cuidadosamente limpa no local onde foram colocados os elétrodos estes ficaram progressivamente sujos e gastos. Deve ser equacionada a utilização de elétrodos descartáveis em situações de alvenarias com superfície irregular e de humidade elevada, ou desenvolvidos e adaptados novos elétrodos especialmente concebidos para alvenarias de granito.

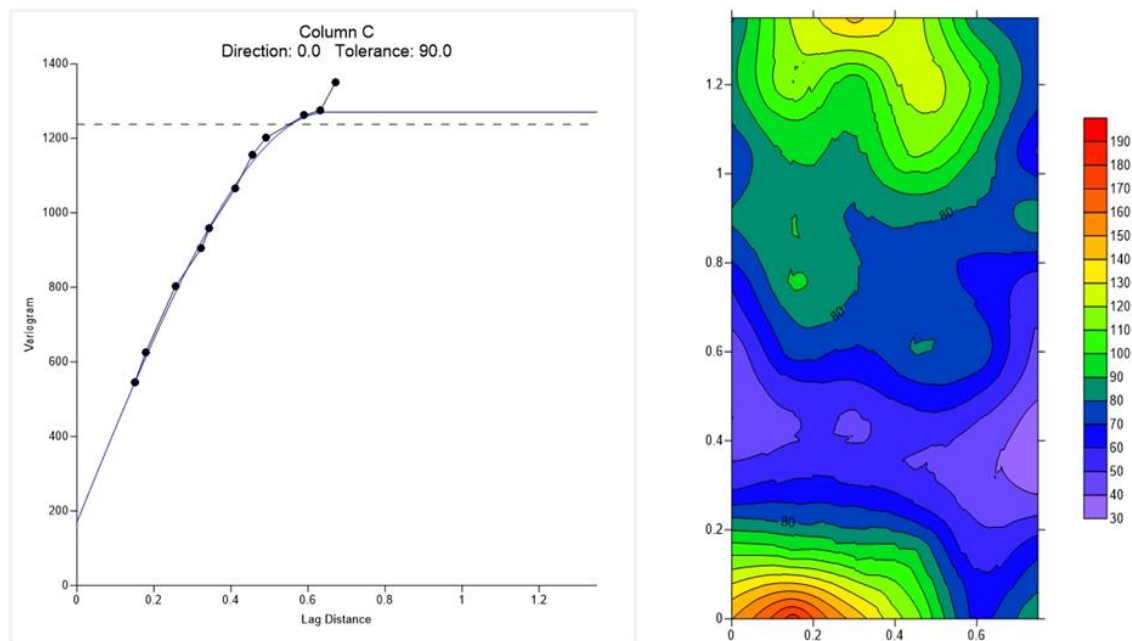


Figura 62 - Esquerda: variograma esférico omnidirecional; direita: mapeamento da resistividade por Krigagem normal.

Após a realização dos ensaios, os dados recolhidos foram tratados, calculou-se a resistividade de cada ponto e foi elaborado o mapeamento. Na elaboração do mapeamento foi utilizado o *software Surfer*. O método geoestatístico de regressão utilizado para interpolar os dados foi a krigagem normal. Usando o conjunto de dados recolhidos foi calculado o variograma na direção de 0º e com tolerância de 90º. O variograma experimental obtido foi adaptado ao modelo esférico conforme, resultando no variograma omnidirecional representado na figura 62.

Da análise do mapa da figura 63 é possível identificar três grandes classes de valores médios da resistividade superficial da parede. Conforme sobreposição de mapeamento no objeto de estudo representado na figura 63, pode-se relacionar as zonas com as pedras que constituem a parede de alvenaria. Se analisarmos os contornos dos grupos de valores criados no mapeamento percebemos o limite aproximado de cada um dos blocos. Uma análise ainda mais atenta permite identificar uma zona constante de valores, 70 a 80 Ω m. Em torno de deste grandes grupos, que corresponderá, provavelmente, à argamassa que une os diferentes blocos de granito.

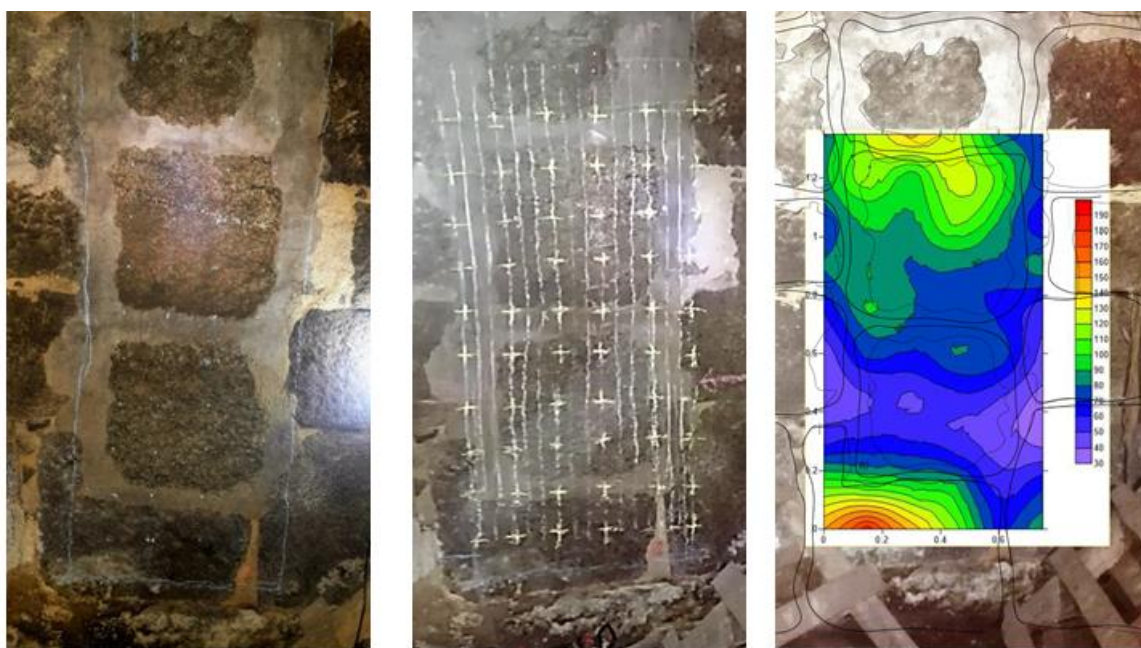


Figura 63 - Esquerda: zona (alçado) da parede em estudo; centro: Esquema malha de ensaios; direita: sobreposição de mapa resistividade obtido sobre parede ensaiada.

Na zona inferior da parede registam-se os valores mais elevados de resistividade, entre 150 e 190 Ω m. Maior resistividade significa menor condutividade do material que neste caso específico pode ter origem nos sais e na matéria orgânica que cobre a superfície da parte inferior da parede. Apesar de ser espetável que o bloco de granito junto ao pavimento estivesse mecanicamente alterado em comparação com os blocos superiores, devido à abrasão dos sais e das matérias orgânicas dos animais, os ensaios revelaram o contrário. Os ensaios elétricos de resistividade demonstraram que a parte inferior da parede era menos condutora. Centralmente registou-se uma zona de maior condutividade e menor resistividade, entre 30 a 70 Ω m. Conforme sobreposição da imagem da figura 63, verifica-se que esta zona central corresponde ao bloco de granito com maior dimensão. A elevada condutividade enuncia que a superfície deste bloco será mais húmida do que a superfície dos restantes blocos de granito que constituem a parede.

Na parte superior da parede pode ser identificado, através da leitura do mapa da figura 63, o terceiro grupo de valores, com resistividade entre os 80 e 150Ωm.

Comparativamente com o bloco estudado em laboratório os valores de resistividade elétrica obtidos no Solar de Lamas são substancialmente inferiores. Acredita-se a origem desta diferença estará na diferença do teor de humidade dos dois objetos de estudo. Os blocos que constituem a parede do Solar de Lamas apresentam um grau de humidade superficial substancialmente elevado comparativamente ao bloco de granito estudado em laboratório.

5.2. Ensaios pelo método do georadar

Os ensaios com o georadar tiveram, à semelhança dos ensaios do método da resistividade, o objetivo de aplicar as metodologias estudadas anteriormente. A metodologia de aquisição consistiu na realização de perfis verticais espaçados 0,05 metros entre si. O sentido de aquisição foi ascendente conforme esquema da figura 64. Foram realizadas duas series de perfis num total de 28 perfis. O comprimento aproximado dos perfis foi de 1,80 metros e alcance em profundidade programado para 0,30 metros.

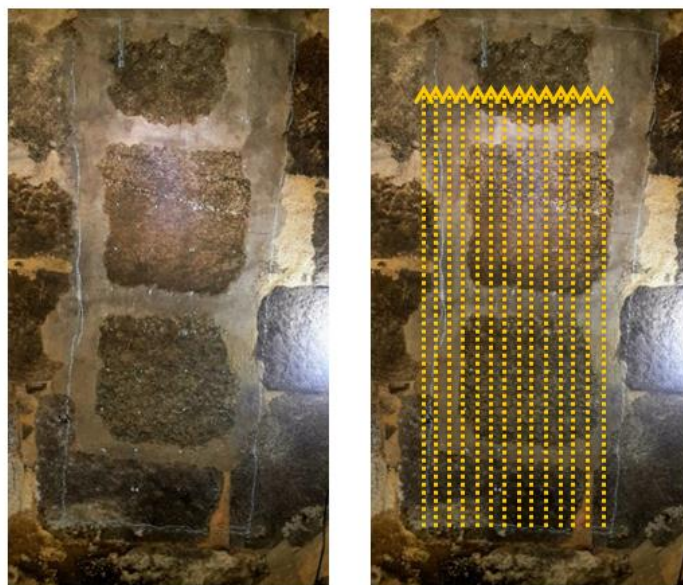


Figura 64 - Esquerda: zona da parede em estudo; direita: Esquema e sentido de aquisição dos perfis GPR.

5.2.1. Equipamento

O equipamento de georadar utilizado nos ensaios no solar foi o sistema SIR 3000, representado na figura 65, composto por unidade de controlo com display (A), fonte de energia bateria de lítio (B) e antena monoestática (C) que faz a receção e transmissão de sinal, um dispositivo de memória (D) e um osciloscópio incorporado no equipamento (E).



Figura 65 - Equipamento utilizado no solar para o método do georadar.

Na unidade de controlo foram ajustados os parâmetros para que o equipamento registasse a parede em estudo. A antena utilizada foi a de 900 MHz, apesar de alguns autores como Annan (1992) sugerirem que deve ser utilizada uma antena de frequência inferior para inspeções verticais com a espessura do objeto em estudo, não se registou nenhuma dificuldade em recolher informação com a antena de 900 MHz.

5.2.2. Tratamento de dados e conclusões

Os ensaios realizados permitiram uma análise imediata no ecrã do *display* de controlo facilitando a seleção da informação que deve ser considerada para posterior tratamento. Os perfis foram posteriormente passados para o computador tratados com o programa *reflexW*. Os perfis foram todos trabalhados em 2D. Após o tratamento individualizado de cada perfil, os perfis podem ser montados em blocos 3D, dando uma preceptiva geral do objeto de estudo.

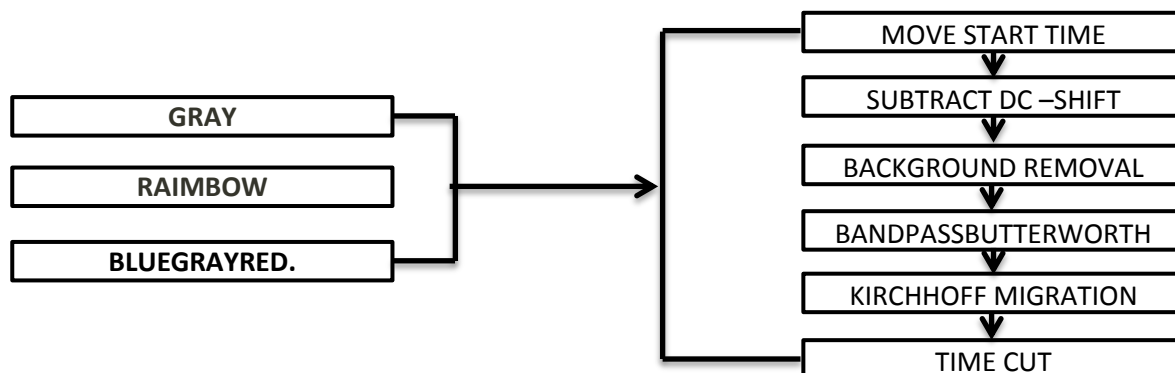


Figura 66 - Diagrama de processamento utilizado no tratamento dos perfis GPR.

No tratamento dos dados é recomendável aplicar o mínimo de filtros necessários e introduzir o mínimo de alterações possíveis nos perfis, sob pena de alguma informação ser perdida ou alterada a visão global do perfil. Neste sentido foi definido um processo de tratamento de dados traduzido no diagrama da figura 66. O esquema definido pressupõe uma sequência de passos no tratamento da informação. Definiu-se três abordagens de processamento para os perfis: Gray; Rainbow; Bluegrayred. Os perfis tratados estão disponíveis em anexo a este documento para consulta.

A obtenção de perfis com acabamentos diferentes permite que se consiga identificar alterações do sinal que podem ter relevância na leitura global. Neste sentido, analisando a figura 67, conseguimos identificar que o acabamento *grey* (b) realça os limites dos blocos de pedra, o acabamento *rainbow* destaca a argamassa e o acabamento *bluegrayred* é decisivo na definição da área de argamassa. Numa análise aprofundada aos diversos perfis apresentados na figura 67 consegue-se, pela análise do perfil a), verificar que existe uma intensificação do sinal aos 0,25 metros de profundidade que corresponde à espessura da parede.~

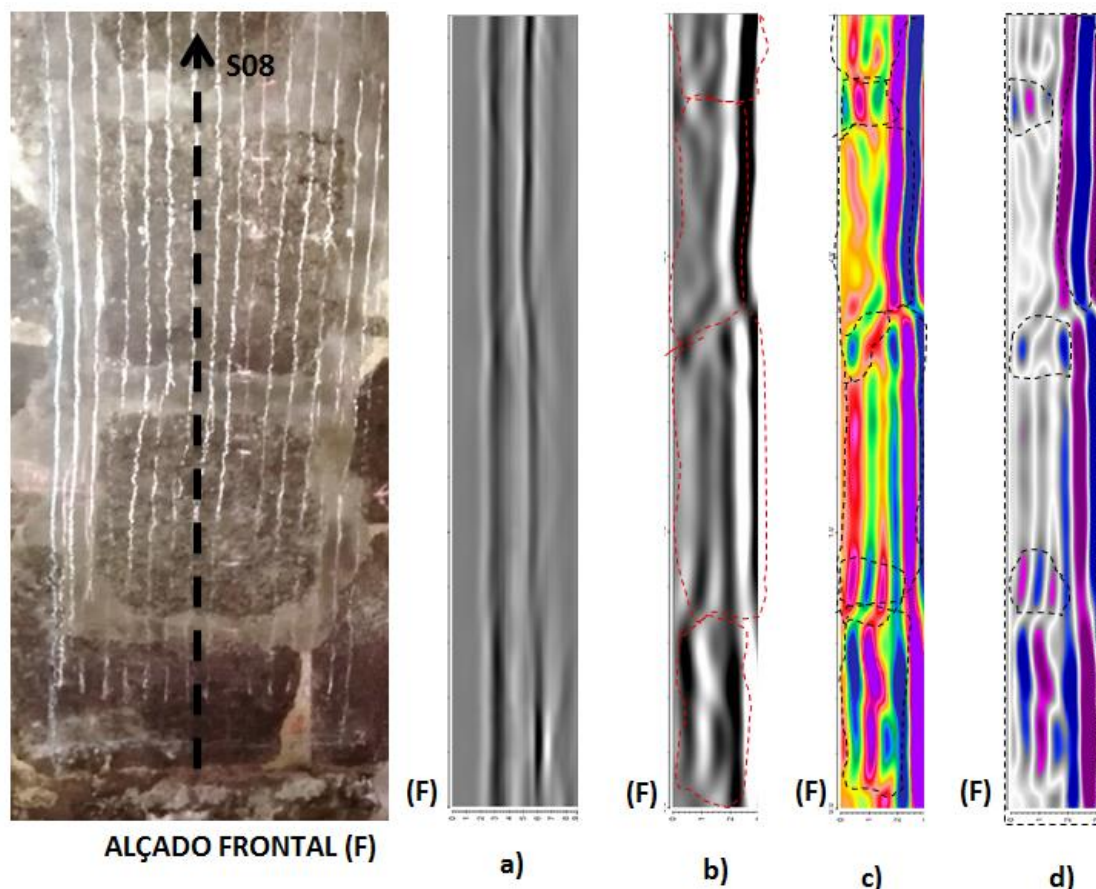


Figura 67 - Perfil GPR S08; a) perfil sem tratamento, b) acabamento gray; c) acabamento rainbow; d) acabamento bluegrayred.

O GRP permite, em objetos de estudo sem acesso dos dois lados, estimar a profundidade dos objetos. No método dos ensaios sínicos é imprescindível para a correta determinação das velocidades conhecer a espessura do objeto. Nestas situações o GPR pode ser utilizado como processo introdutório nos ensaios sínicos uma vez que permite de imediato estimar a profundidade do objeto. Isto é, quando a face oposta não está acessível o GPR pode ser usado para aferir a profundidade do objeto dando a indicação da distância que deve ser considerada no cálculo das velocidades do método dos ensaios sínicos.

Da análise do perfil S08 pode ainda ser verificado que após o tratamento do perfil é perceptível as zonas de pedra, de argamassa e ar. Os resultados obtidos com o GPR são compatíveis com os resultados obtidos pelo método da resistividade. À semelhança dos ensaios realizados com sondagens elétricas verticais, verifica-se que no interior a pedra é menos condutiva que à superfície. Da mesma forma, os ensaios realizados pelo método elétrico da resistividade, coincidem com os resultados do GPR, quer na determinação das características superficiais da pedra como do seu interior.

5.3. Método dos ensaios sínicos

À semelhança dos ensaios realizados em laboratório foi realizada uma campanha de ensaios pelo método dos sínicos na parede de alvenaria em estudo no Solar de Lamas. Foram realizados ensaios diretos e indiretos na parede de alvenaria sem chapa e com chapa. Apesar de terem sido feitos ensaios e recolhidos sinais para outras configurações apenas foram tratados os ensaios diretos e indiretos referentes à primeira chegada de sinal sob a forma de ondas P ou S.

5.3.1. Equipamento

Nos ensaios de solar o material usado foi emprestado pelo LESE e conforme imagem 68 é composto por:

- Acelerómetros;
- Martelo instrumentado 5800B5 DYTRAN INSTRUMENTS;
- Placa de aquisição NI9233 da National Instruments;
- Dois módulos de condicionamento de sinal *Dytran* 4105C (um para o martelo e outro para o acelerómetro) que permitem fazer a amplificação da leitura por um fator de 10 ou 100;
- Computador;
- Massa fixação de acelerómetros;

- Cabos de ligação ao Martelo;
- Chapa metálica.



Figura 68 - Equipamento utilizado nos ensaios sísmicos. A) martelo; B) Acelerómetro; C) amplificador sinal; D) placa de aquisição; E) computador; F) Massa fixação; G) cabos de ligação ao martelo; F) Chapa metálica.

5.3.2. Ensaios alvenaria de pedra sem chapa

No âmbito dos ensaios com o método dos ensaios sísmicos foram realizados ensaios na parede de alvenaria de pedra sem chapa, com configuração direta e indireta, para captação das ondas P na primeira chegada. Para cada uma destas configurações foi definida e utilizada uma grelha, conforme ilustrado na figura 69. Em anexo está disponível para consulta todas as configurações, dados e resultados referentes aos ensaios sísmicos.

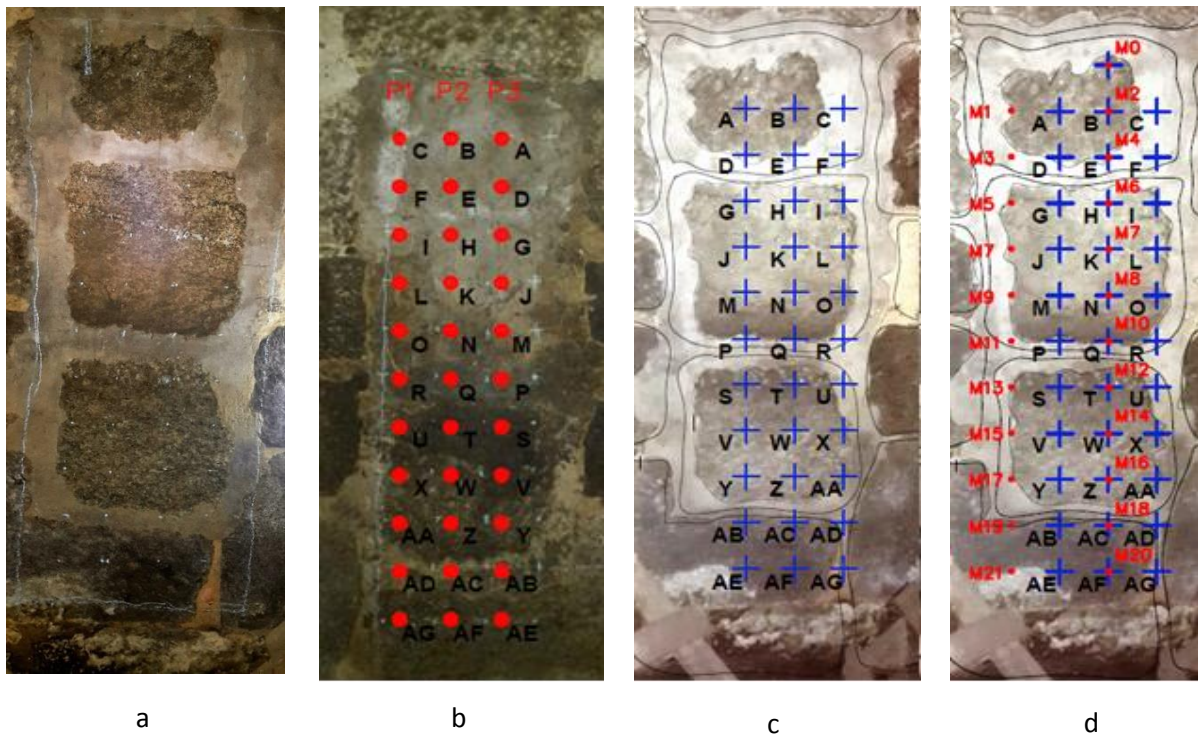


Figura 69 - Esquemas de aquisição dos ensaios na alvenaria de pedra sem chapas: a) parede estado inicial b) alçado posterior onde foram dadas as pancadas dos ensaios diretos (vermelho) c) grelha onde foram colocados os acelerómetros nos ensaios indiretos (azul) d) Marcação a dos pontos onde foram dadas as pancadas (vermelho).

Nos ensaios diretos, figura 69 (a, b) foi utilizado apenas um acelerómetro para cada ponto e a pancada foi dada perpendicularmente exatamente no mesmo alinhamento do ponto. A pancada foi dada no alçado frontal da parede (b) e os acelerómetros foram colocados no lado posterior da parede.

Nos ensaios indiretos os três acelerómetros foram colocados na parede frontal (c) alinhados horizontalmente e as pancadas foram dadas na mesma face da parede. Dentro dos ensaios indiretos foram realizadas duas metodologias distintas no que diz respeito à pancada: horizontal e vertical. A pancada nos ensaios horizontais corresponde ao alinhamento esquerdo definido figura 69-d) por pontos vermelhos. A pancada vertical refere-se ao alinhamento central definido pelos pontos de impacto marcados a vermelho na imagem (d) da figura 69.

5.3.2.1. Ensaios diretos

Conforme referido anteriormente no capítulo 3, a primeira chegada nos ensaios diretos é a onda P. Com os dados adquiridos foram calculadas as velocidades para todos os pontos da malha através do 3º critério e da ponderação de valores apresentada no capítulo anterior.

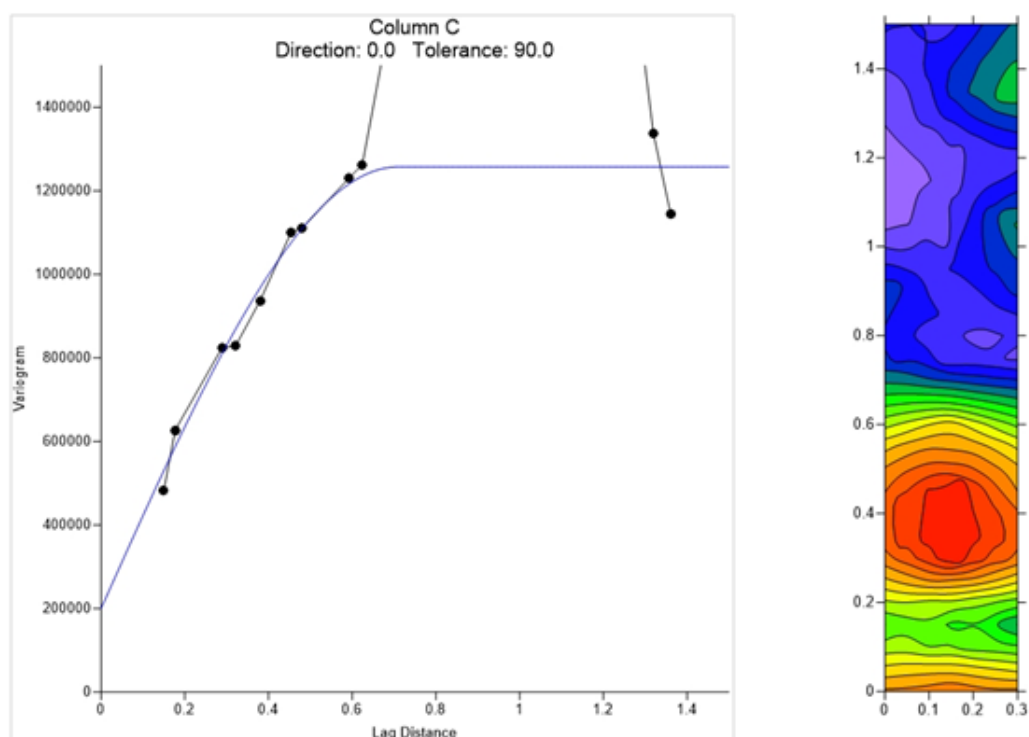


Figura 70 - Esquerda: variograma esférico omnidirecional; direita: mapeamento ensaios sínicos diretos por krigagem.

Os resultados foram tratados e foram utilizados na elaboração do mapeamento geoestatístico. Na elaboração do mapeamento foi utilizado o *software Surfer*. O método geoestatístico de regressão utilizado para interpolar os dados foi a krigagem. Usando o conjunto de dados recolhidos foi calculado o variograma na direção de 0° e com tolerância de 90°. O variograma experimental obtido foi adaptado ao modelo esférico conforme, resultando no variograma omnidirecional representado na figura 70.

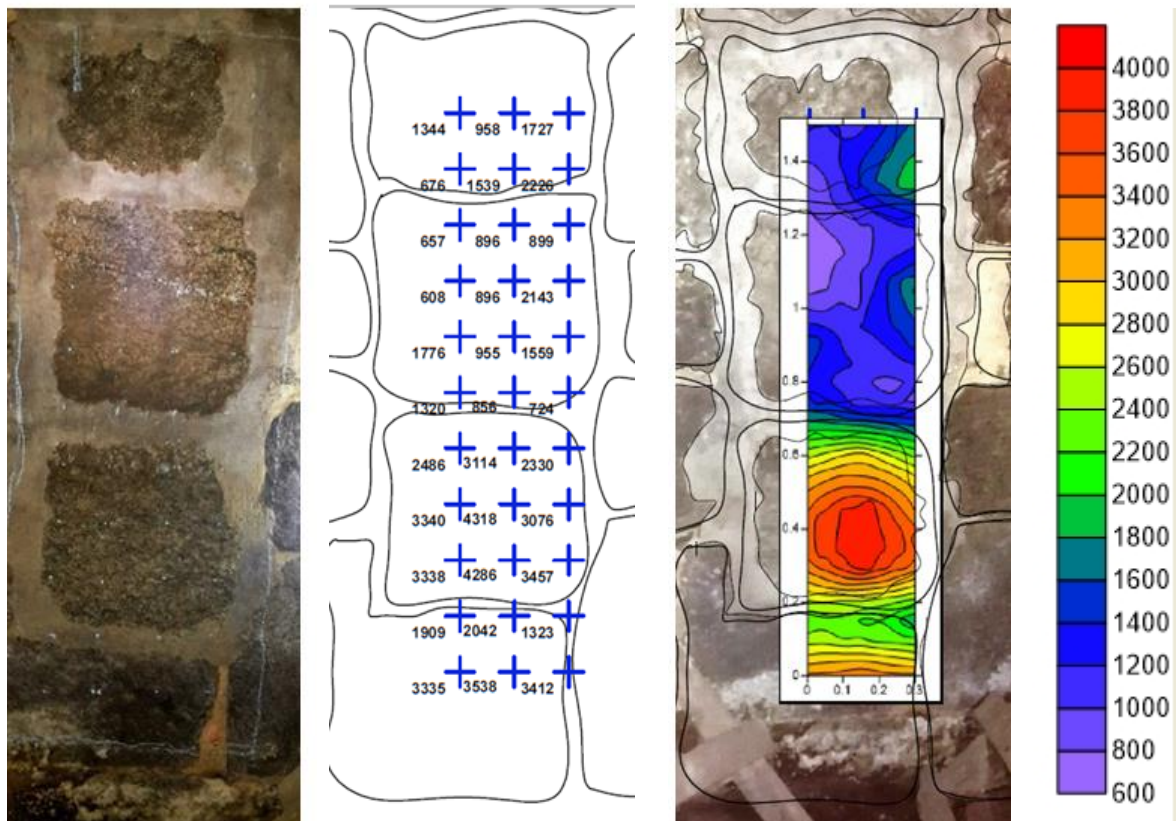


Figura 71 - Ensaios directos. Esquerda: Secção da parede em estudo; centro: esquema malha de ensaios e valores da velocidade média obtida para cada ponto em m/s; direita: sobreposição de mapeamento dos valores obtidos pelos ensaios sísmicos directos sobre parede ensaiada

Da análise dos valores obtidos e da sua distribuição traduzida no mapeamento, pode ser verificado que existem três zonas com velocidades distintas. De acordo com a sobreposição do mapa na parede de alvenaria em estudo verifica-se que estas alterações correspondem aos diferentes blocos que constituem a parede.

Os dois blocos de granito superiores apresentam menor velocidade. De acordo com a tabela 11 trata-se de um granito moderadamente alterado (W3). Os outros dois blocos apresentam valores mais elevados para a velocidade das ondas P, ou seja, de acordo com a tabela 11 estes blocos são do ponto de vista mecânico pouco alterados (W2). A diferença de velocidades entre pedras pode

ter origem na camada de argamassa que está aplicada na parte superior do alçado posterior da parede de alvenaria em estudo.

Calculou-se o módulo de elasticidade para cada uma das pedras que constituem a parede de alvenaria. Foram consideradas as velocidades médias de cada pedra no cálculo do módulo de elasticidade. Como não existia uma informação admitiu-se então uma massa volúmica de $\rho=2400\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0,25$.

BIOCO	VELOCIDADE (m/s)	MÓDULO DE ELASTICIDADE (GPA)
1	1412	3.99
2	1046	2.19
3	3304	21.83
4	2706	14.64

Tabela 21 - Velocidades de propagação das ondas P (m/s) na parede de alvenaria e respetivos módulos de elasticidade, considerando uma massa volúmica de $\rho=2400\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0,25$.

5.3.2.2. Ensaios indiretos horizontais

Como foi referido, foram também realizados ensaios sísmicos de propagação indiretas segundo a direção horizontal e a direção vertical. Nos ensaios indiretos horizontais os três acelerómetros foram colocados alinhados horizontalmente e as pancadas foram dadas na mesma face da parede. A pancada nos ensaios horizontais corresponde ao alinhamento esquerdo definido na imagem (d) da figura 69 por pontos vermelhos.

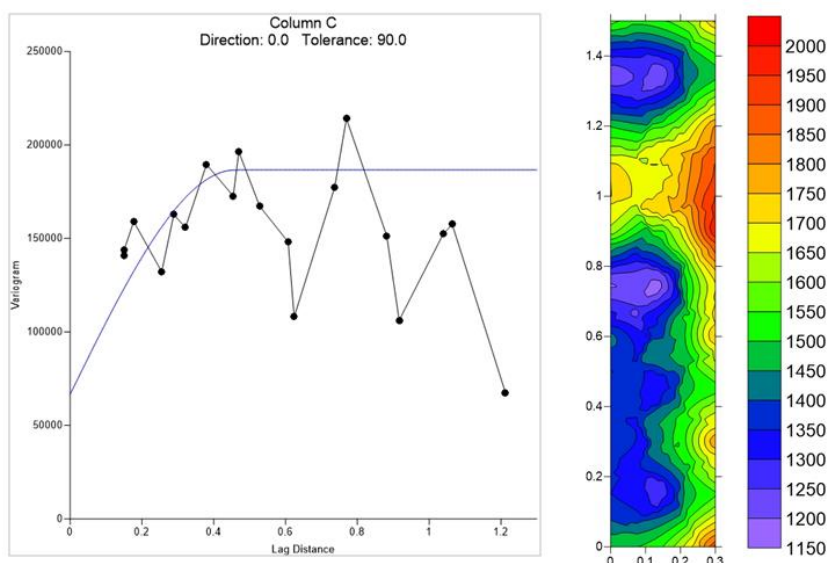


Figura 72 - Esquerda: variograma esférico omnidirecional; direita: mapeamento de ensaios sísmicos indiretos horizontais por krigagem.

Após a realização dos ensaios foram calculadas as velocidades médias para cada ponto da malha. Posteriormente, com estes dados foi elaborado o mapeamento com recurso ao *software surfer*. O método geoestatístico de regressão utilizado para interpolar os dados foi o foi a krigagem. O variograma experimental obtido foi adaptado ao modelo esférico conforme, resultando no variograma omnidirecional representado na figura 72. Analisando o esquema-resumo das velocidades e o mapeamento da figura 73 confirma-se que as velocidades obtidas através do método de transmissão indireta são mais baixas do que as velocidades médias dos ensaios diretos. Da análise dos valores obtidos e da sua distribuição traduzida no mapeamento, pode ser verificado que as velocidades são inferiores nas zonas das juntas e superiores nas zonas das pedras, enfatizando a influência das juntas na propagação das ondas.

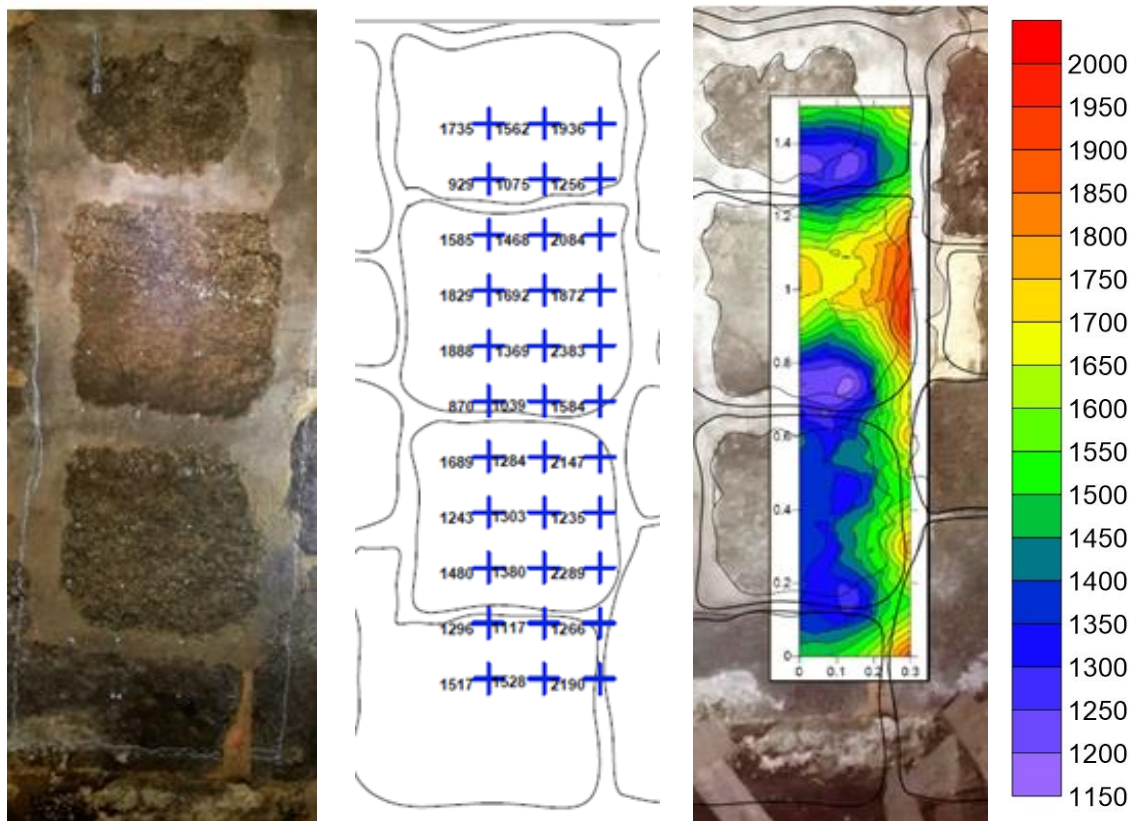


Figura 73 - Ensaios indiretos horizontais. Esquerda: Secção da parede em estudo; centro: esquema malha de ensaios e valores da velocidade média obtida para cada ponto em m/s; direita: sobreposição de mapeamento dos valores obtidos pelos ensaios sísmicos indirectos sobre parede ensaiada

Os resultados mostram que existe um alinhamento à direita onde as velocidades são mais elevadas, validando que o efeito da junta nos resultados é atenuado com o aumento da distância entre emissor e recetor. De análise do mapeamento é ainda possível identificar três grupos de velocidades que correspondem aos diferentes blocos que constituem a parede. Conforme verificado nos ensaios sísmicos diretos e agora nos indirectos, valida-se novamente através das

velocidades obtidas, que o segundo bloco de granito apresenta características mecânicas diferentes dos restantes.

5.3.2.3. Ensaios indiretos verticais

Nos ensaios indiretos verticais os três acelerómetros foram colocados alinhados horizontalmente e as pancadas foram dadas sempre no mesmo ponto. Conforme esquema da figura 74 a pancada foi dada sempre no ponto M2 e os acelerómetros colocados nos pontos azuis identificados por ordem alfabética.

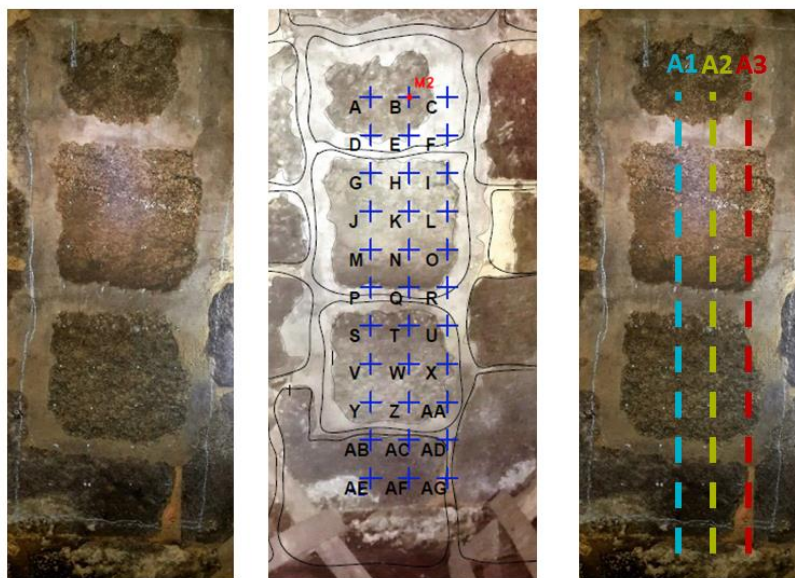


Figura 74 - Ensaios indiretos verticais. Esquerda: zona da parede em estudo; centro: esquema malha de ensaios; direita: alinhamentos definidos.

Para a análise dos resultados foram definidos três alinhamentos verticais esquematizados na figura 74. Os resultados obtidos foram traduzidos em gráficos que correlacionam a distância dos acelerómetros ao ponto de impacto com o tempo de chegada das ondas.

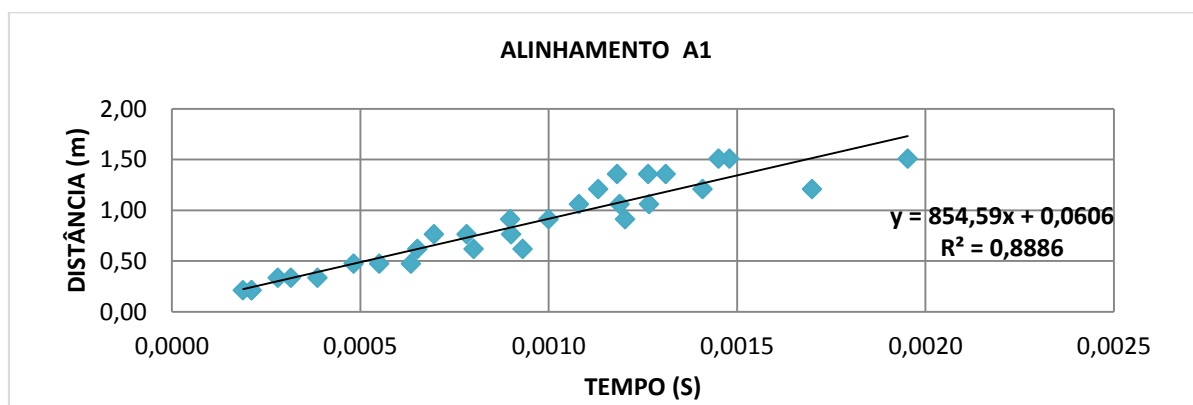


Figura 75 - Gráfico distância-tempo alinhamento A1.

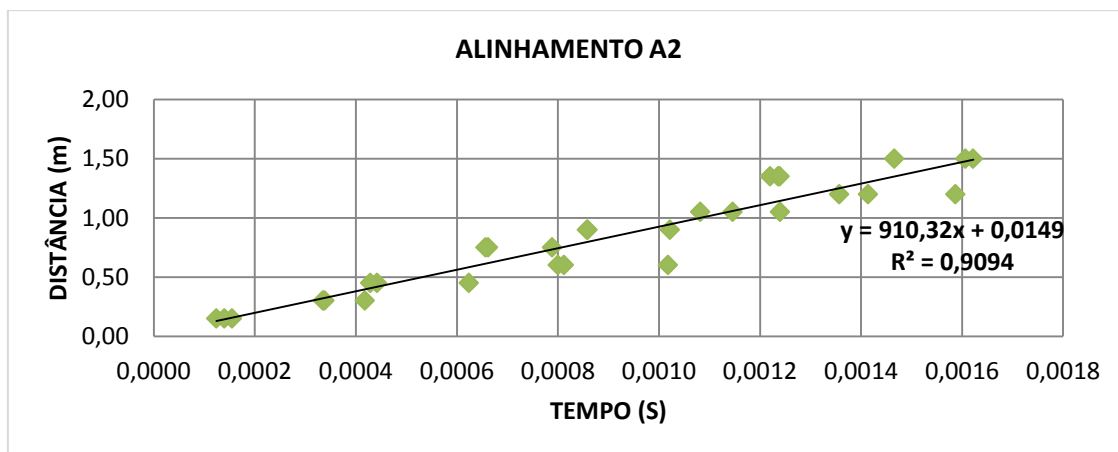


Figura 76 - Gráfico distância-tempo alinhamento A2.

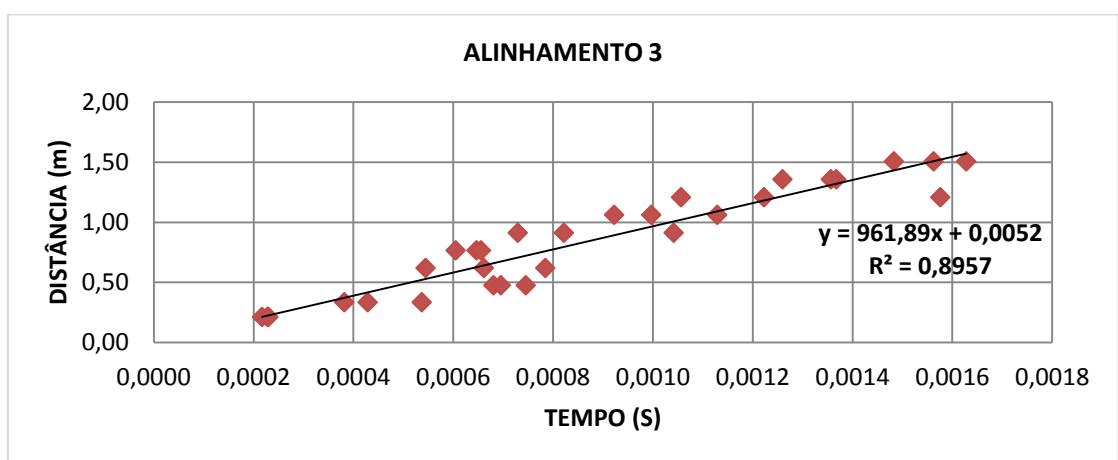


Figura 77 - Gráfico distância-tempo alinhamento A3.

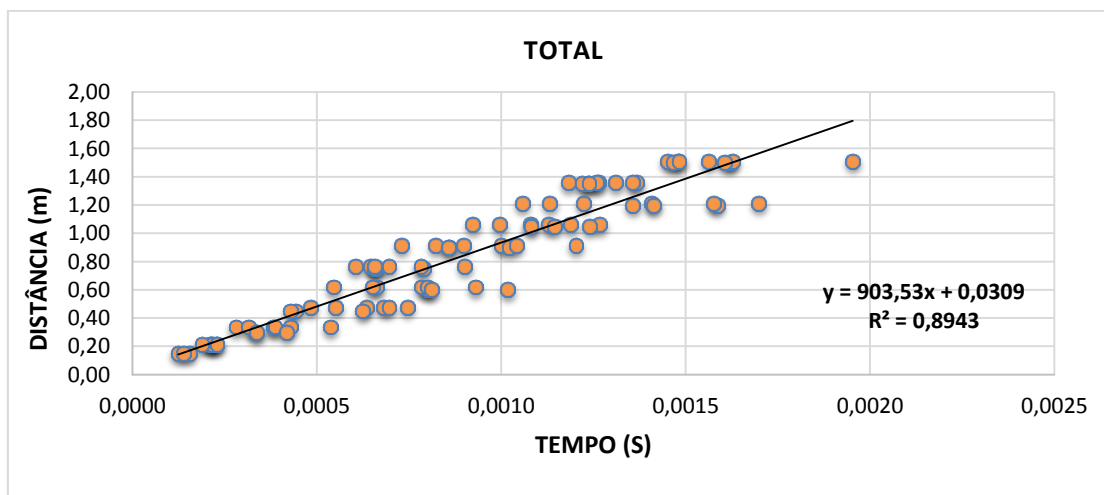


Figura 78 - Gráfico distância-tempo total de todos os alinhamentos.

Da análise dos gráficos dos alinhamentos conclui-se que existe uma relação linear entre a distância do ponto de emissão ao recetor e o tempo de chegada da onda. O declive da linha de tendência de cada gráfico corresponde à aproximação média das velocidades de cada

alinhamento. Através desta análise é possível estimar o módulo de elasticidade de cada alinhamento vertical. Para o cálculo do módulo de elasticidade apresentado na tabela 22 admitiu-se uma massa volúmica de $\rho=2400\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0,25$.

ALINHAMENTO	VELOCIDADE (m/s)	MÓDULO DE ELASTICIDADE (GPA)
1	855	1.46
2	910	1.66
3	962	1.85
TOTAL	904	1.63

Tabela 22 - Velocidades de propagação das ondas P (m/s) na parede de alvenaria segundo os três alinhamentos verticais, média total e respectivos módulos de elasticidade, considerando uma massa volúmica de $\rho=2400\text{kg/m}^3$ e um coeficiente de Poisson de $\nu=0.25$.

5.3.3. Ensaios alvenaria de pedra com chapa

No âmbito dos ensaios com o método dos sínicos foram realizados ensaios na parede de alvenaria de pedra com chapa, com configuração direta e indireta, para captação das ondas de corte S. À semelhança dos ensaios de laboratório foi instalada uma chapa metálica colada na parede de granito com cola de bucha química. As configurações definidas encontram-se esquematizadas na figura 79.

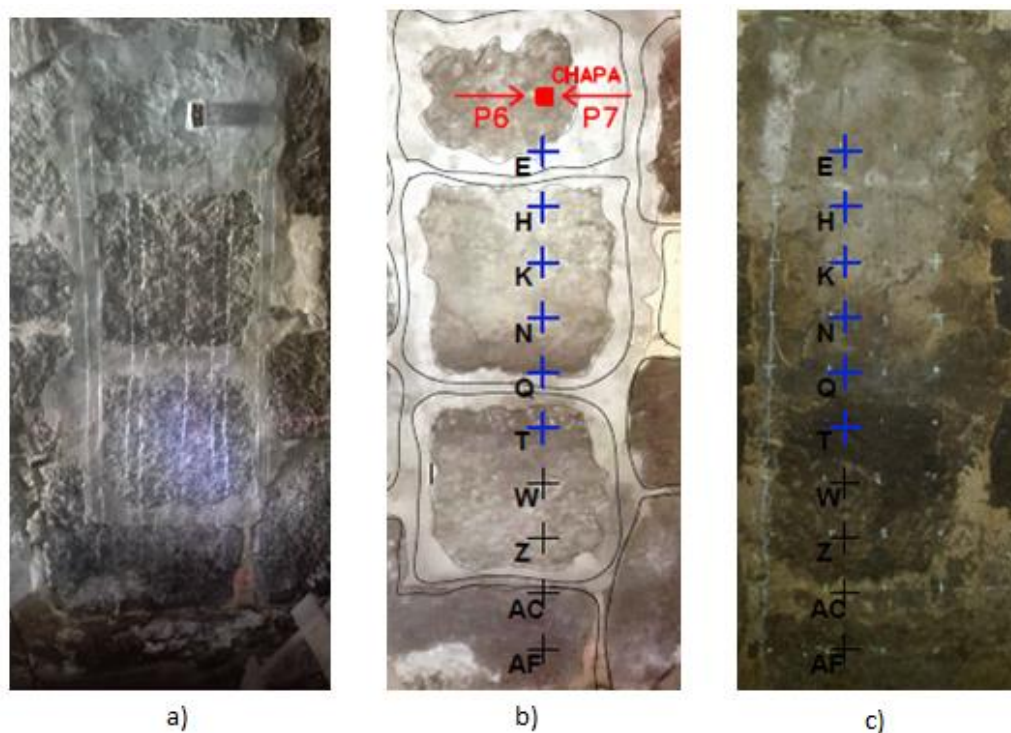


Figura 79 - Configurações ensaios indiretos e diretos com chapa. a) zona da parede em estudo com chapa instalada; b) Grelha utilizada nos ensaios indiretos com chapa (azul) e configuração do sentido das pancadas (vermelho); c) Grelha utilizada nos ensaios.

Conforme esquema da figura 79 foram realizados ensaios diretos e indiretos com pancadas na chapa metálica. As pancadas foram dadas no sentido P6 esquerda para a direita e no sentido P7 da direita para a esquerda. Nos ensaios indiretos os acelerômetros foram colocados verticalmente no alinhamento da chapa, conforme esquema da figura 79- b). Nos ensaios diretos os acelerômetros foram colocados no alçado posterior da parede de alvenaria conforme figura 79-c). Apesar de terem sido realizados todos os ensaios enunciados na figura 79 apenas se conseguiu tratar os sinais E, H, K, N, Q e T uma vez que nos restantes a amplitude do ruído era superior ao sinal. Da análise realizada, o progressivo aumento da sobreposição do ruído ao sinal poderá ter origem, por um lado, no aumento da distância ao ponto do impacto, por outro lado, a dificuldade de identificar o sinal poderá estar associada à interferência da argamassa que reveste a parede nesses pontos. À semelhança dos ensaios indiretos verticais realizados sem chapa, nos ensaios indiretos e diretos com chapa os dados foram traduzidos em gráficos distância-tempo resultantes destes ensaios.

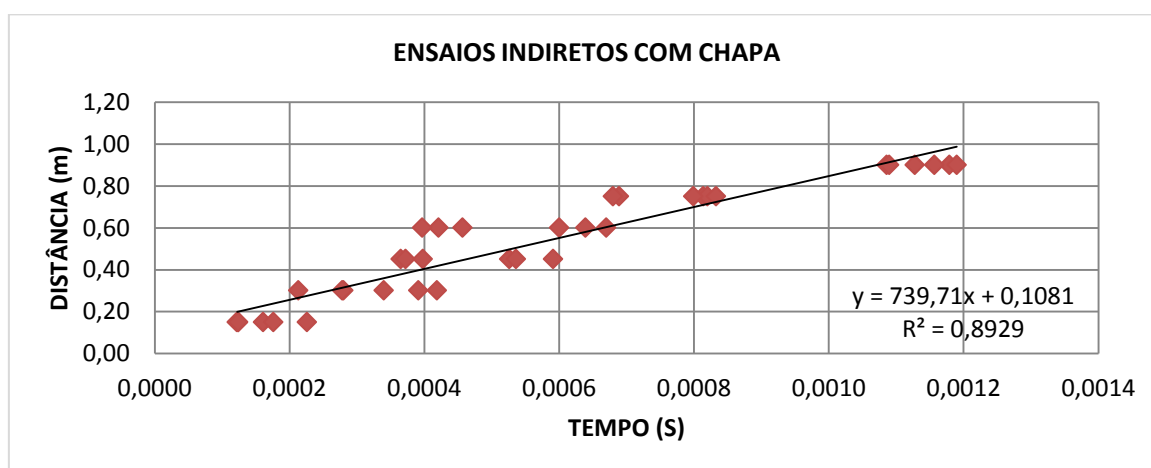


Figura 80 - Gráfico distância-tempo ensaios indiretos com chapa.

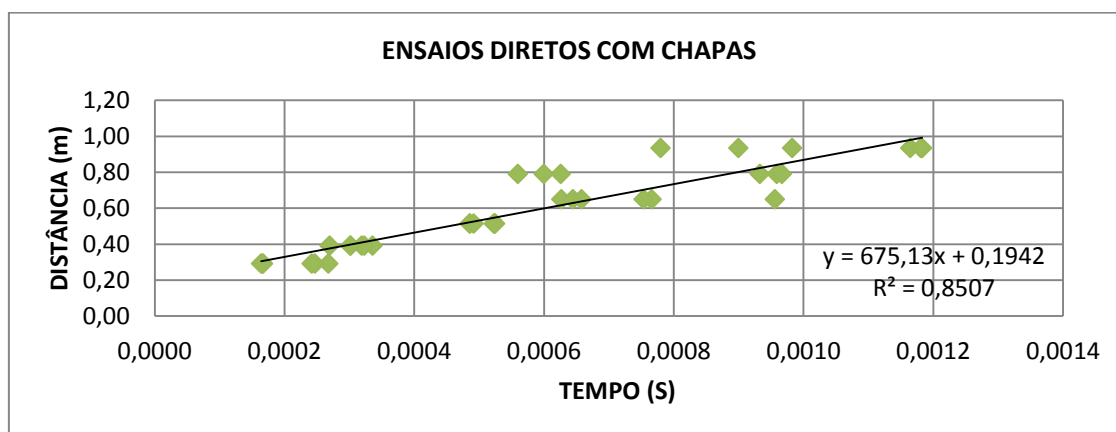


Figura 81 - Gráfico distância-tempo ensaios diretos com chapa.

Através da análise dos gráficos das figuras 80 e 81 verifica-se que em comparação com o alinhamento A2 dos ensaios indiretos sem chapas (figura 77), existe uma maior dispersão dos resultados. Da análise dos gráficos com chapas é perceptível que esta dispersão acentua-se a partir dos 0,60 metros de afastamento e tende a aumentar com o aumento da distância. Este aumento poderá estar ainda relacionado com o crescente ruído registado com o aumento da distância entre ponto de impacto e de receção do sinal.

6. Considerações finais e desenvolvimentos futuros

A crescente preocupação com o património construído e com o estado das estruturas foi o principal impulsionador do desenvolvimento das técnicas de caracterização não destrutivas. Conforme apresentado no presente trabalho, existem atualmente diversos processos de investigação de estruturas de alvenaria de pedra.

Este trabalho teve como desafio o estudo da aplicabilidade de três métodos de caracterização não destrutiva: o método elétrico da resistividade, o método do georadar e o método dos ensaios sínicos. Estas metodologias foram estudadas, testadas em laboratório e aplicadas ao objeto de estudo, o Solar de Lamas. Os ensaios de laboratório foram uma fase essencial no desenvolvimento deste trabalho, quer pela adaptação/parametrização dos equipamentos, quer pelo despertar de novas questões relativamente aos procedimentos utilizados. A investigação dos métodos utilizados poderá ser alargada a outros objetos de estudo, como alvenarias compostas com outras granulometrias, como paredes com revestimentos e de espessuras distintas.

No que diz respeito ao método elétrico da resistividade, os ensaios de laboratório permitiram despistar qualquer mau funcionamento do equipamento e definir as configurações adequadas para ensaios em campo. Por outro lado, os ensaios em laboratório permitiram identificar que a humidade do objeto estudado é um fator essencial para o registo de dados. Conforme apresentado no Capítulo 4, foi necessário humedecer a superfície das paredes de alvenaria e do bloco de granito ensaiados em laboratório, para se obterem resultados. Contrariamente, no Solar de Lamas, já não foi necessário proceder ao humedecimento da superfície da parede, uma vez que os blocos de granito que constituem a parede de alvenaria do solar têm um elevado grau de

humidade superficial. Seria útil desenvolver uma metodologia de aquisição fiável, em ambientes insuficientemente humedecidos. Relativamente ao equipamento, foi possível aferir o rápido desgaste dos eléctrodos de electrocardiografia, quando utilizados sobre superfícies irregulares e friáveis pelo que seria pertinente avaliar outro tipo de eléctrodos mais duráveis. No que diz respeito aos métodos de aquisição, e a possíveis desenvolvimentos futuros, pode ser testada uma solução de multieléctrodos, por forma a garantir que os dados são recolhidos de forma expedita e de forma a permitir a obtenção de pseudo-seções de resistividade aparente e de blocos 3D.

O georadar foi, à semelhança dos outros métodos testados, estudado em ambiente de laboratório para ser posteriormente utilizado em campo. Os ensaios em laboratório tiveram como objetivo treinar o operador a funcionar com o equipamento sem mecanismo de medição automática das distâncias (encoder). Nos ensaios de laboratório e nos ensaios no Solar de Lamas, validou-se a adequabilidade da antena de 900MHz para este tipo de estudos, sobretudo para estruturas com espessuras superiores a 30cm. Contudo, seria interessante comparar os resultados obtidos com antenas de frequências mais elevadas.

Nos ensaios de laboratório através do método dos ensaios sínicos, foram levantadas algumas questões e surgiram algumas dúvidas relativamente à definição da primeira chegada do sinal, a que tipo de ondas correspondem e os seus respetivos percursos. Verificou-se que a metodologia de geração do sinal, aquisição e interpretação, sugerida por alguns autores, possui algumas limitações que poderão ser melhor compreendidas e ultrapassadas em futuras investigações e desenvolvimentos do método dos ensaios sínicos. Conforme apresentado no Capítulo quatro foram estudadas quatro metodologias de padronização para a definição da primeira chegada de sinal. Os ensaios realizados permitiram confirmar a dificuldade em estabelecer uma metodologia automática e fiável de definição da chegada de sinal, independente da intervenção de operadores experientes. A determinação das primeiras chegadas deve ser ponderada de acordo com as especificidades de cada sinal mas também tendo em consideração os restantes sinais adquiridos, numa abordagem integrada, tendo sido considerados as melhores primeiras aproximações iniciais, o segundo e o terceiro critérios estudados. No desenvolvimento do presente tema seria útil comparar os resultados obtidos em laboratório com outros métodos como os ensaios ultrasónicos. Estes estudos podem ainda ser continuados no sentido de identificar as causas da variabilidade, por vezes significativa, de sinais gerados consecutivamente. Recorrendo a novos testes, em termos estatísticos, poderá ser encontrada uma forma otimizada e mais fiável recorrendo ao mínimo de ensaios possíveis.

No âmbito dos ensaios sínicos foi ainda testada uma abordagem inovadora de geração de ondas S, neste contexto de utilização, com recurso a uma chapa metálica colocada na superfície de

ensaio, sobre a qual é dado o impacto. Este procedimento é uma adaptação do utilizado em prospeção geofísica, nomeadamente no método de refração sísmica por ondas S.

Com os resultados obtidos no Solar de Lamas, recorrendo ao método geoestatístico da krigagem normal, foi possível mapear a variabilidade espacial da resistividade aparente na parede ensaiada e assim caracterizar os blocos de granito que constituem a parede de alvenaria, nomeadamente quanto ao seu grau de alteração.

Apesar de não ter sido objeto de estudo no presente trabalho, com os sinais recolhidos pode ser posteriormente alargado o estudo a outros tipos de ondas, para além das correspondentes às primeiras chegadas, únicas tidas em consideração no presente estudo. Também, poderão ser melhor clarificados os tipos de onda e respetivos trajetos, através do estudo do seu estudo no domínio das frequências. Durante a aquisição no Solar de Lamas foi sentida alguma dificuldade em fixar os acelerómetros à superfície em estudo por estar demasiado húmida pelo que, futuramente, poderão ser analisados outros métodos de fixação.

O uso de diversos métodos, de forma correlacionada e complementar, mostrou ser uma boa opção por permitir confrontar e aferir os resultados obtidos por cada um deles. Conforme referido anteriormente, cada uma destas metodologias tem um campo de aplicação definido, com as suas respetivas vantagens e limitações, pelo que, em conjunto, é possível uma caracterização mais rigorosa e abrangente do objeto de estudo.

7. Bibliografia

- Appleton, J., 2003. Reabilitação de Edifícios Antigos. Patologias e Tecnologias de Intervenção. Edições Orion, 2003.
- Aktarakçi, H. (2008). Resistivity Imaging. Seminar on resistivity imaging. Madrid.
- Andrade, P., 2007. Estimativa da profundidade de fendas no concreto através da utilização do ultra-som e do eco-impacto. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Aranha, P. R. A; Parizzi, M. G.; Sobreira, F. G.; Galvão, T. C. B. E Beirigo, E. A., 2006. Aplicação do GPR na análise da estabilidade de taludes na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Revista de Geologia, Brasil.
- Arêde, A.; COSTA, A., 2002 Inspecção e Diagnóstico Estrutural de Construções Históricas. Seminário "A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação", FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Augustin J. F. (2001) Plane Waves and Wave Propagation, France.
- Benta, A. A., Tareco, H., Maranhão, H., Cardoso, C., 2008. Pesquisa da profundidade de ocorrência de uma camada argilítica através de GPR. 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2º Congresso de Engenharia de Moçambique, Maputo.
- Binda, L., Saisi, A., 2001a. Non destructive testing applied to historic buildings: The case of some Sicilian Churches. Historical Constructions, Guimarães.
- Binda, L., Lenzi, G. and Saisi, A., 1998 NDE of masonry structures: use of radar tests for the characterisation of stone masonry', NDT& E international.
- Binda, L., A. Saisi, AND C. Tiraboschi, 2001 b. Application of sonic tests to the diagnosis of damaged and repaired structures. NDT&E international.
- Borges, W. R., 2002. Investigações geofísicas na borda da bacia sedimentar de São Paulo, GPR e eletrorresistividade. Instituto de astronomia, Geofísica e Ciências atmosféricas. São Paulo.
- Bolt, B. A., 1993. Earthquakes, W.H. Freeman, N.Y.
- Bowen, C. (1998). Developmental phonological disorders. A practical guide for families and teachers. Melbourne: ACER Press.
- Branco, F., Brito, J., Ferreira G. J., Flores, I., 2012. Patologia e Inspeção de Construções em Alvenaria Ordinária De Pedra, Instituto Superior técnico.
- Cassidy, N., 2008. Workshop 1: Introduction to GPR 12 th International Conference on Ground Penetrating Radar, University of Birmingham, UK.
- Choay, Françoise., 2001. A alegoria do património. 1ed. Editora UNESP – Estação Liberdade, São Paulo.

Christaras, B.; Auger, F.; Mosse, E., 1994. Determination of the moduli of elasticity of rocks. Comparison of the ultrasonic velocity and mechanical resonance frequency methods.

Clark, R. E. & Estes, F. (2002). Turning research into results: A guide to selecting the right performance solutions. Atlanta GA: CEP Press.

Cruz, P. J. S.; Topczewski, L.; Fernandes, F. M.; Lourenço, P. B., 2006. Utilização do radar de prospecção geotécnica na localização das bainhas de pré-esforço nas pontes da Barra e de Lanheses 4as Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas, Lisboa.

Cruz, N.; Tareco, H.; Gonçalves, F.; Vieira S. E.; Hipólito, A., 2008. Caracterização de maciços cársicos com base em prospecção com Georadar. Um caso prático. XI Congresso Nacional de Geotecnia, Coimbra.

Cutrim, A. O., Wallau, P.I.R, Grillaud, R. A. S., Silveira, M. V, 2008. Aplicação de sondagem elétrica vertical na estimativa das dimensões verticais de unidades Hidrogeológicas no Município de Poxoréo, In III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém-PA.

Davino, A., 1970. Importância do método da eletrorresistividade na determinação da natureza do manto de decomposição de rochas cristalinas. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo.

Davis, J.L. & Annan, A.P., 1989. Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting.

DGPC (2003). Direcção Geral do Património Cultural , Arquivo Conjunto do Solar de Lamas, Quinta de Lamas, anexos agrícolas, terreiro, jardim e horta

Dinis da Gama, Carlos e Reis e Sousa, Manuel, 2004. Caracterização geotécnica expedita do granito do porto para fins de escavação de túneis, 9º Congresso Nacional de Geotecnia, Aveiro.

Fernandes, M. M., 1994. Mecânica dos Solos, Volume I, FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Fernandes, M. M., 2011. Mecânica dos Solos. Vol. 2: Introdução à Engenharia Geotécnica. FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Fernandes, F. M., 2015. Tube-jack and sonic testing for the evaluation of the state of stress in historical masonry. Porto, Portugal.

Forde, M. C., Mccann, D. M., 2001. Review of NDT methods in the assessment of concrete and masonry structures, Carillion Chair of Civil Engineering Construction, School of Civil and Environmental Engineering, University of Edinburgh, Edinburgh.

Freitas V., Torres, M., Guimarães, A., 2008. Humidade Ascensional. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

Garciaz, J.L. ET Perrin, J.L., 2001. Application du radar géophysique pour l'évaluation des variations de permittivité et de résistivité des matériaux de surfasse - Conception d'une antenne spécifique et traitement de données', Journées scientifiques. Bordeaux, França.

- Gergsson, S. Lúdvík and Karlsdóttir, R., 2013. Resistivity Methods - Dc And Tem With Examples And Comparison From The Reykjanes Peninsula And Öxarfjörður, Iceland, University Geothermal Training Programme, Iceland.
- Graff, K., 1991. Wave motion in elastic solids. Dover Publications Inc. New York, NY.
- Gomez Heras, M., Viles, H.A. and Cassar, J., Limestone in the built environment: Present day challenges for preservation of the past, France.
- Guerreiro, H. J. P., 2000. Exploração Subterrânea de Mármore - Aspectos geotécnicos. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Guimarães, M. I. M., 2009. Caracterização de Paredes de Alvenaria de Pedra por Técnica Sísmica. FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Haartsen, M.W. and Pride, S.R., 1997. Electro Seismic waves from point sources in layered media. Journal of geophysics research, New York.
- Hammond, P., 1997. Electromagnetism for Engineers. An Introductory Course, Fourth Edition. Oxford University Press.
- Hersir, P. Gylfi, 2009. Resistivity Of Rocks Isor – Iceland GeoSurvey, Iceland.
- IAEA, 2002. Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- ISRM, 1978. Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech.
- Kearey, P., Brooks, M., 1984. An Introduction to Geophysical Exploration. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Kindermann, G., Campagnolo, J. M., 1991. Aterramento Elétrico. Sagra.
- Knodel, K., Lange, G. & Voigt, H. J., 2007 - Environmental Geology - Handbook of Field Methods and Case Studies. Berlin, Heidelberg.
- Kostenko, A. A., Nosich A. I., And Tishchenko I. A., 2003. Radar Prehistory, Soviet Side," Proc. of IEEE APS International Symposium.
- Lai, C. G. And Wilmanski, K., 2005. Surface waves in geomechanics : Direct and inverse modeling for soils and rocks. CISM Courses and Lectures No. 481, International Centre for Mechanical Sciences.
- Loke, M. H., 1999. Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies. Penang, Malaysia.
- Lopes, F. Correia, M., 2004. Património arquitetónico e arqueológico – cartas, recomendações e convenções internacionais. Livros Horizontes, Lisboa.

- Miller, G. F. And Pursey, H., 1955. On the Partition of Energy between Elastic Waves in a Semi-Infinite Solid. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol 233. London.
- Miranda, L., 2011. Ensaios acústicos e de macacos planos em alvenarias resistentes, FEUP. Porto, Portugal.
- Miranda, L., Cantini, L., Guedes, J., Binda, L., And Costa, A., 2013. Applications of Sonic Tests to Masonry Elements: Influence of Joints on the Propagation Velocity of Elastic Waves. Portugal.
- Morgan, F. D., 2001. Self Potential and Resistivity for the Detection and Monitoring of Earthen Dam Seepage; Massachusetts Institute of Technology: Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Earth Resources Laboratory. Massachusetts.
- Morey, R. M., 1974. Detection of subsurface cavities by ground penetrating radar: Highway Geological Symposium.
- Navdocks, 1978. Maintenance Of Waterfront Facilities, U.S. Naval Publications and Forms Center, Philadelphia.
- Oliveira, F., 2003. Diagnóstico de Patologia em Alvenaria Ordinária de Pedra e Alvenaria de Pedra À Vista. Monografia do 12º Mestrado em Construção, IST, Lisboa.
- Ouadif L., Bahi L., Baba K., 2013. Enhancing Geophysical Signals Through the Use of Savitzky-Golay filtering method, Mohammadia engineering School, Mohammed V- Agdal University, Rabat, Morocco.
- Padaratz, I.J. And Forde, M.C., 1995. A theoretical, evaluation of impulse radar wave propagation through concrete, Journal of Non-destructive testing & Evaluation 12.
- Penumada, D. And Park, C. B., 2005. Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) method for geotechnical site investigation. Geotechnical Special Publication.
- Pinho, F., 2000. Paredes de Edifícios Antigos em Portugal. Coleção Edifícios. Nº 8. LNEC, Lisboa.
- Pinho, F.(2007) Paredes De Alvenaria Ordinária – Estudo Experimental com modelos Simples e Reforçados. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Prego, F., Solla, M., Núñez-Nieto, X., And Arias, P., 2015. Assessing the Applicability of Ground-Penetrating Radar to Quality Control in Tunneling Construction. J. Constr. Eng. Manage.
- Queiroz, L. A. V., Silveira, C. S., Mane, M. A., Monsueto, R. L.; Afonso, F. P. L. A., 2007. Caracterização de formações superficiais por meio de GPR (Radar de penetração no solo): Teresópolis, Rio de Janeiro. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal, Rio de Janeiro.
- Reynolds, J.M., 1997. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley & Sons, New York, USA.

- Roque, J. C., 2002. Reabilitação Estrutural de Paredes Antigas de Alvenaria. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães.
- Roman, I., 1951. resistivity reconnaissance in American Society of testing and materials. Symposium on surface and subsurface reconnaissance: American society of testing materials special technical publication.
- Roseiro F. R. J 2012, Causas, Anomalias E Soluções De Reabilitação Estrutural De Edifícios. Tese mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Sass, O., 2003. Moisture Distribution In Rockwalls Derived From 2d-Resistivity Measurements. In: Geophysical Applications In Geomorphology, Zeitschrift Für Geomorphologie Suppl.Vol. 1.
- Sass, O. & Viles, H., 2006. How wet are these walls? Testing a novel technique for measuring moisture in ruined walls. Journal of Cultural Heritage 7.
- Sass, O. & Viles, H.A., 2010 (a). Wetting and drying of masonry walls: 2D-resistivity monitoring of driving rain experiments on historic stonework in Oxford, UK. Journal of Applied Geophysics 70.
- Sass, O. & Viles, H.A., 2010 (b). 2D resistivity surveys of the moisture contents of historic limestone walls in Oxford, UK: Implications for understanding catastrophic stone deterioration. In: Smith.
- Schlumberger, M. , Ștefănescu, S., 1930. Sur la distribution électrique potentielle autour d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales, homogènes et isotropes, Le journal de physique et le radium.
- Serway, R. A., 1996. Física, Eletricidade Magnetismo e Ótica. 3a. edição, LTC
- Sjödahl, P., 2006. Resistivity Investigation and monitoring for detection of internal erosion and anomalous seepage in embankment dams. Doctoral thesis, Lund University, Sweden.
- Stratton, J. A., (1941) Electromagnetic Theory. McGraw Hill, New York.
- ULABY, F. T., 2007. Eletromagnetismo para engenheiros. Bookman
- Ulricksen C. P., (1982) Application of impulse Radar to Civil Engineering Doctoral Thesis, Lund University, Department of Engineering Geology. Sweden.
- Unesco, 2016 <https://sites.google.com/site/clubeunesco/cidadedoporto/observatorio-do-patrimonio-do-porto/informacoes>.
- Vasconcelos, G.D.F.M.D., 2005. Experimental investigations on the mechanics of stone masonry: Characterization of granites and behavior of ancient masonry masonry walls, in Civil Engineering. Universidade do Minho, Guimarães.
- Victorov, I. A., 1967. Rayleigh and Lamb Waves. Plenum Press: New York, NY.

ANEXOS

ANEXO I – ENSAIOS SÓNICOS EM LABORATÓRIO – BLOCO DE GRANITO

ANEXO II - ENSAIOS SÓNICOS EM LABORATÓRIO – BLOCO DE GRANITO

ANEXO III – ENSAIOS MÉTODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE EM LABORATÓRIO

ANEXO IV - ENSAIOS MÉTODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE NO SOLAR DE LAMAS

ANEXO V - ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS- ENSAIOS DIRETOS SEM CHAPA

ANEXO VI - ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS- ENSAIOS INDIRETOS SEM CHAPA

ANEXO VII - ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS- ENSAIOS COM CHAPAS

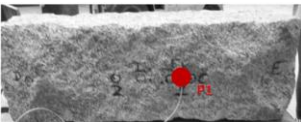
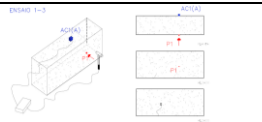
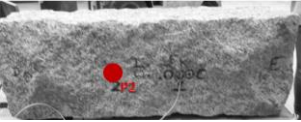
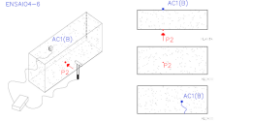
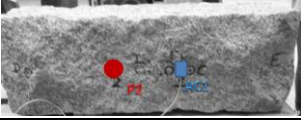
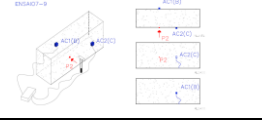
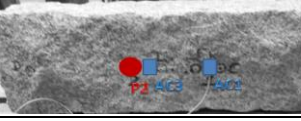
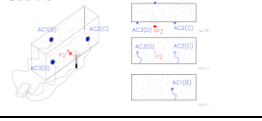
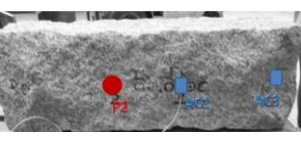
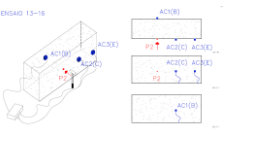

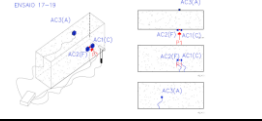
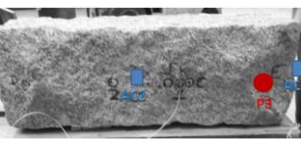
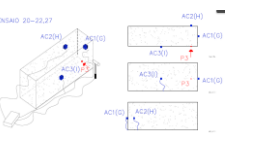

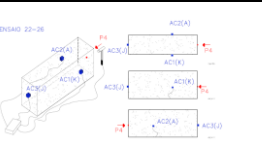
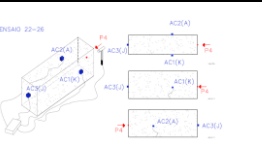
ANEXO VIII - ENSAIOS GEORADAR NO SOLAR DE LAMAS

Nota: Documentos disponíveis para consulta no CD em anexo.

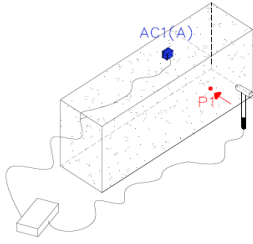
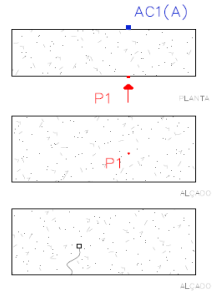
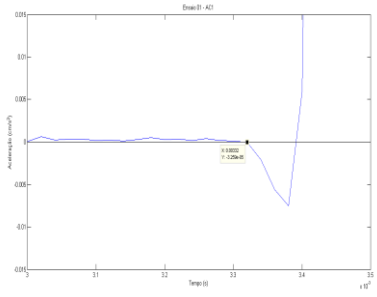
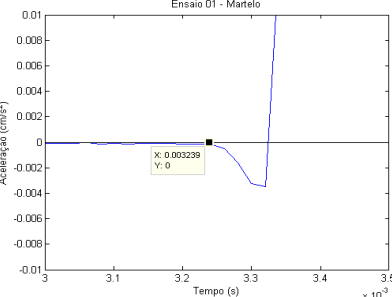
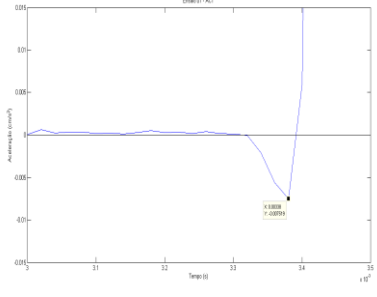
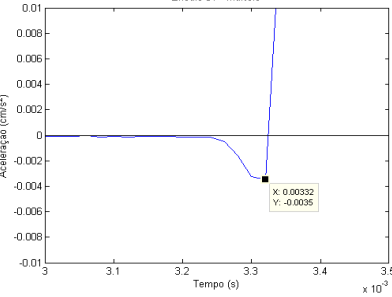
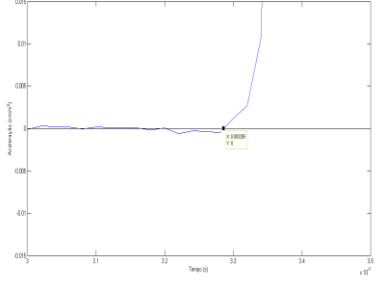
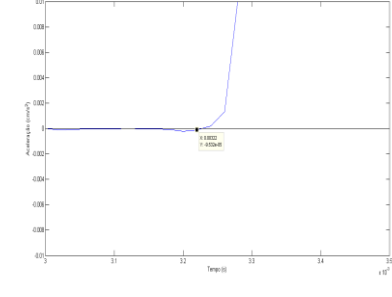
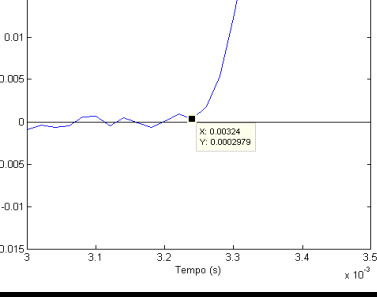
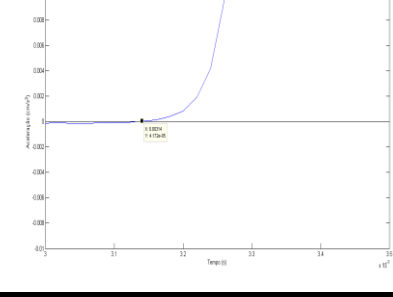
ANEXO I

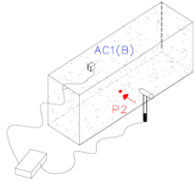
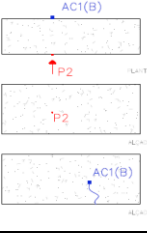
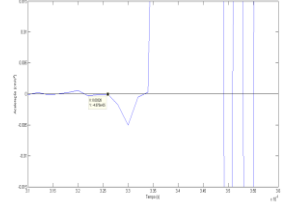
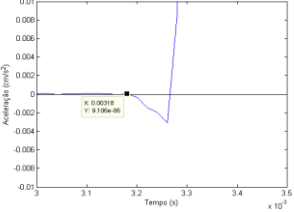
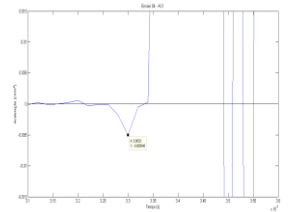
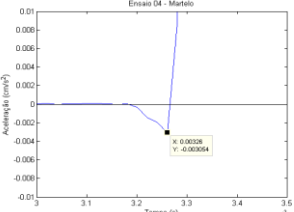
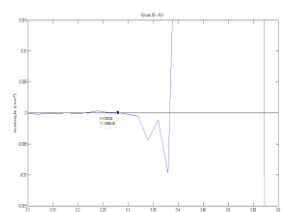
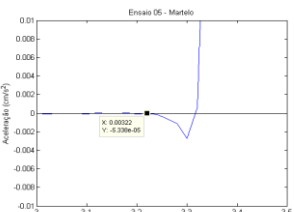
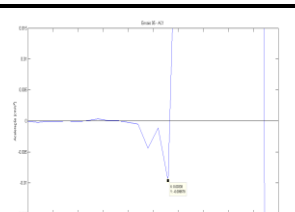
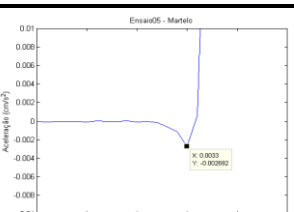
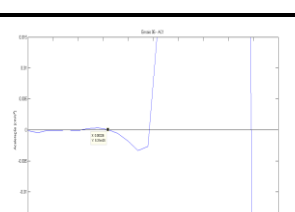
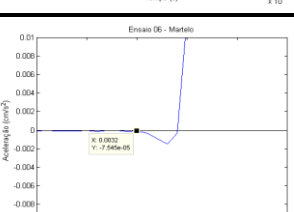
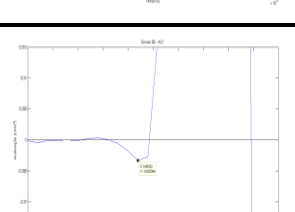
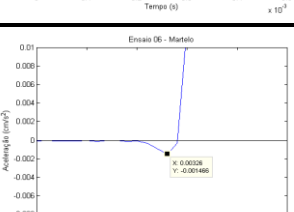
ENSAIOS SÓNICOS EM LABORATÓRIO

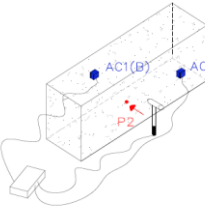
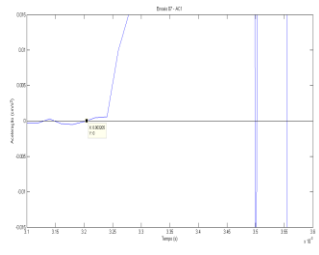
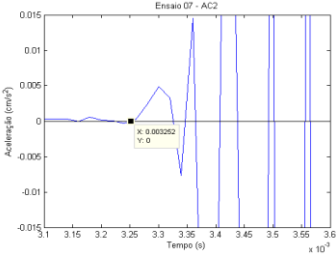
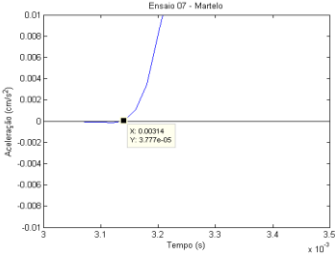
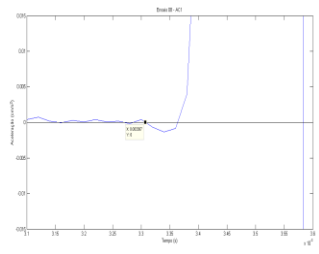
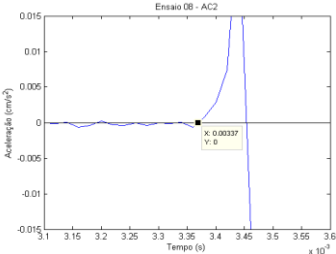
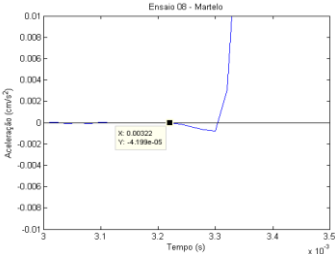
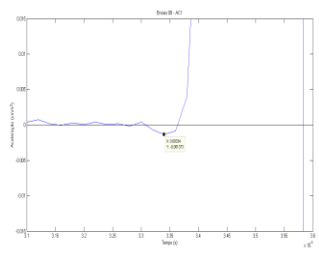
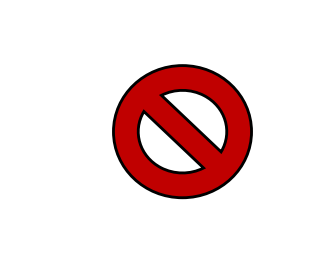
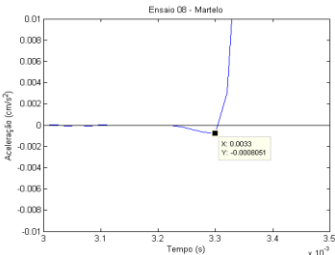
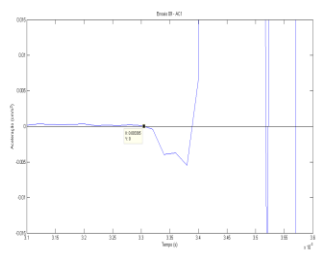
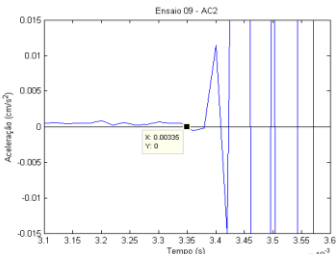
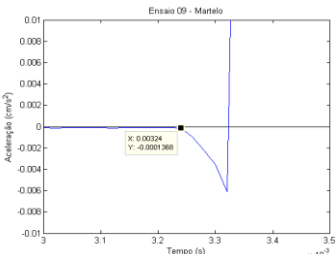
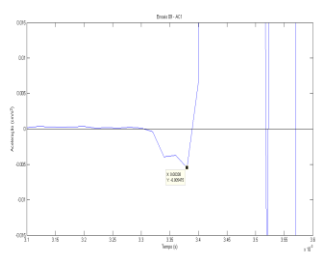
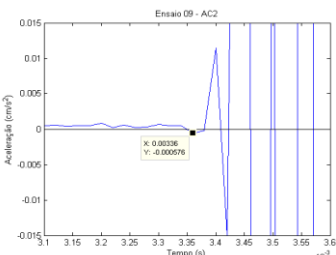
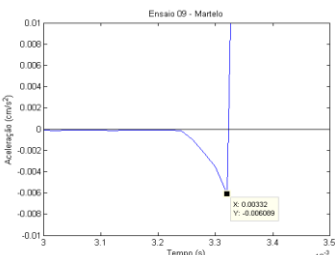
BLOCO DE GRANITO SEM CHAPA

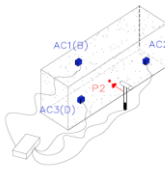
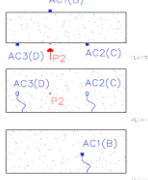
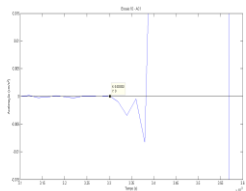
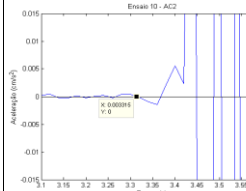
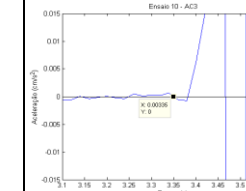
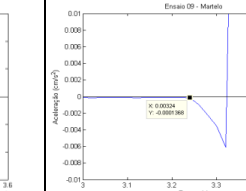
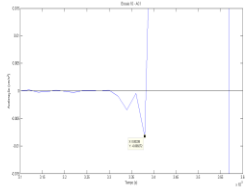
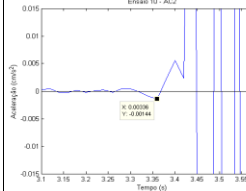
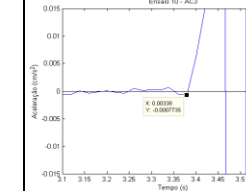
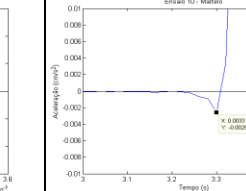
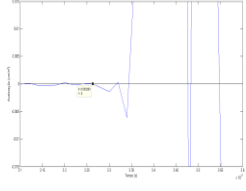
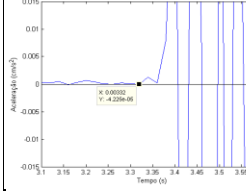
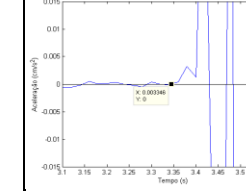
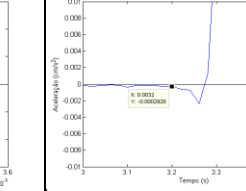
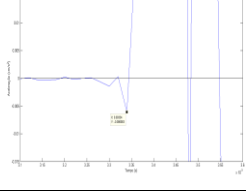
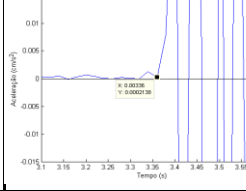
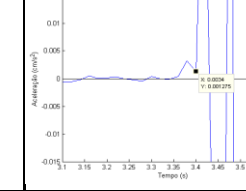
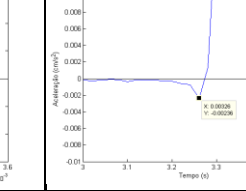
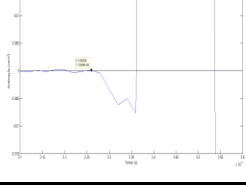
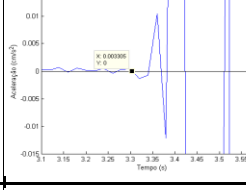
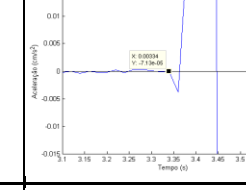
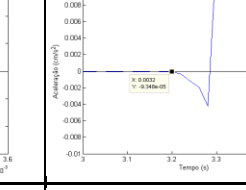
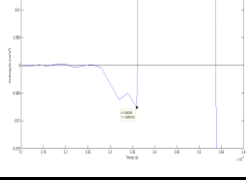
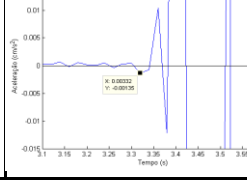
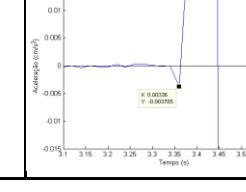
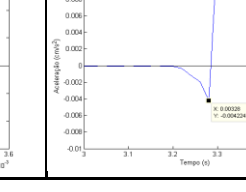
BLOCO DE GRANITO													
ENSAIO	TIPO	PANCADA			SENTIDO	ACELERÔMETRO			TIPO DE ONDA	DISTÂNCIA	DESENHOS		
		DESIGNAÇÃO											
ENSAIO 1	DIRETO				P1	PF	●	AC1	A	FRONTAL	Ondas P	0,24	
ENSAIO 2	DIRETO				P1	PF	●	AC1	A	FRONTAL	Ondas P	0,24	
ENSAIO 3	DIRETO				P1	PF	●	AC1	A	FRONTAL	Ondas P	0,24	
ENSAIO 4	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
ENSAIO 5	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
ENSAIO 6	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
ENSAIO 7	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
ENSAIO 8	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
ENSAIO 9	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
ENSAIO 10	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	D	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
ENSAIO 11	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	D	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
ENSAIO 12	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO	P2	PF	●	AC3	D	FRONTAL	Ondas P e R	0,235				
ENSAIO 13	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	E	FRONTAL	Ondas P e R	0,47	
ENSAIO 14	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	E	FRONTAL	Ondas P e R	0,47	
ENSAIO 15	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	E	FRONTAL	Ondas P e R	0,47	
ENSAIO 16	DIRETO				P2	PF	●	AC1	B	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC2	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	E	FRONTAL	Ondas P e R	0,47	
ENSAIO 17	INDIRETO				P1	PF	●	AC1	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,035	
	DIRETO				P1	PF	●	AC2	F	FRONTAL	Ondas P e R	0,035	
ENSAIO 18	INDIRETO				P1	PF	●	AC3	A	FRONTAL	Ondas P	0,25	
	DIRETO				P1	PF	●	AC1	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,035	
	INDIRETO				P1	PF	●	AC2	F	FRONTAL	Ondas P e R	0,035	
ENSAIO 19	DIRETO				P1	PF	●	AC3	A	FRONTAL	Ondas P	0,25	
	INDIRETO				P1	PF	●	AC1	C	FRONTAL	Ondas P e R	0,035	
	DIRETO				P1	PF	●	AC2	F	FRONTAL	Ondas P e R	0,035	
	INDIRETO				P1	PF	●	AC3	A	FRONTAL	Ondas P	0,25	
ENSAIO 20	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	Ondas S	0,13	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	Ondas P e R	0,4	
ENSAIO 21	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	Ondas S	0,13	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	Ondas P e R	0,4	
ENSAIO 22	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	Ondas S	0,13	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	Ondas P e R	0,4	
ENSAIO 23	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	Ondas S	0,13	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	Ondas P	0,235	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	Ondas P e R	0,4	
ENSAIO 24	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	K	FRONTAL	Ondas S	0,37	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	A	FRONTAL	Ondas P	0,87	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	J	FRONTAL	Ondas P	0,87	
ENSAIO 25	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	K	FRONTAL	Ondas S	0,37	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	A	FRONTAL	Ondas P	0,87	
	INDIRETO				P2	PF	●	AC3	J	FRONTAL	Ondas P	0,87	
ENSAIO 26	SEMI-DIRETO				P2	PF	●	AC1	K	FRONTAL	Ondas S	0,37	
	DIRETO				P2	PF	●	AC2	A	FRONTAL	Ondas P	0,87	

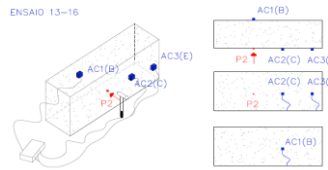
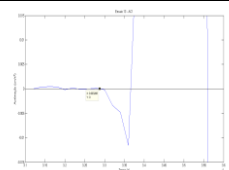
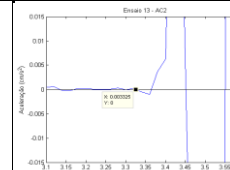
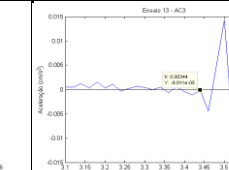
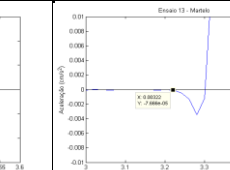
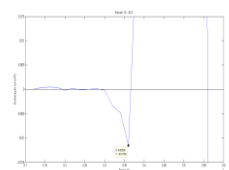
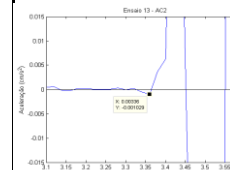
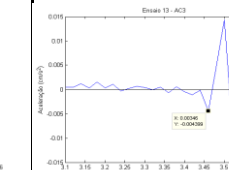
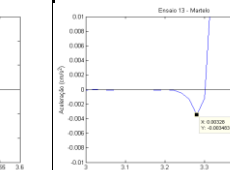
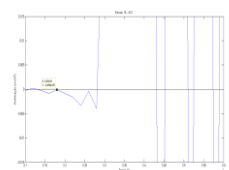
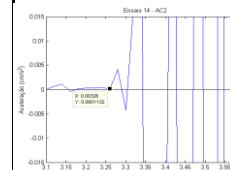
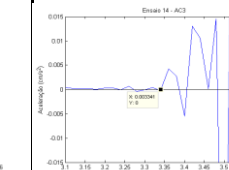
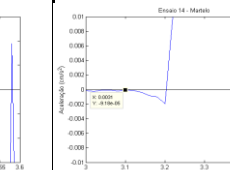
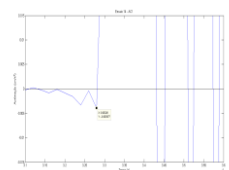
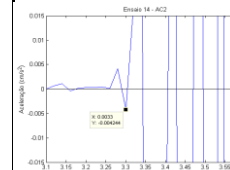
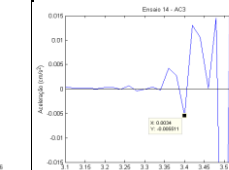
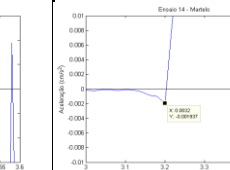
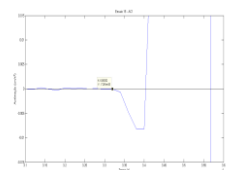
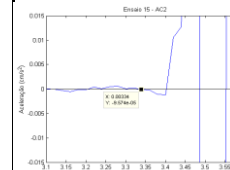
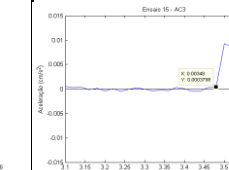
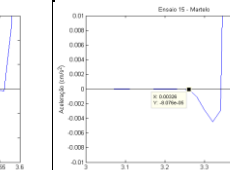
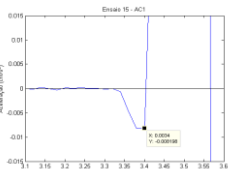
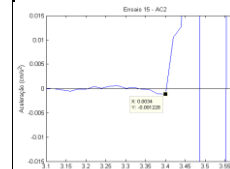

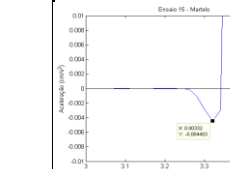
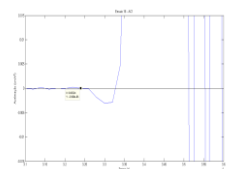
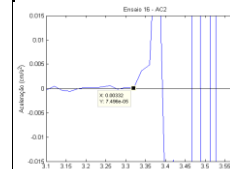
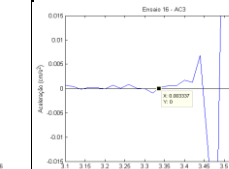
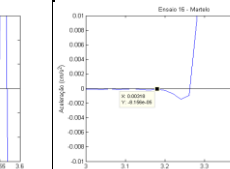
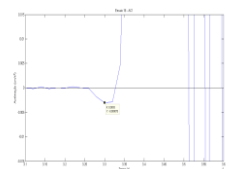

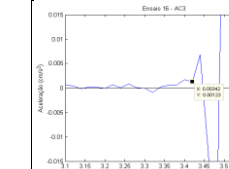
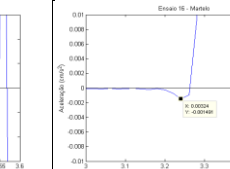
BLOCO DE GRANITO - 2º Critério

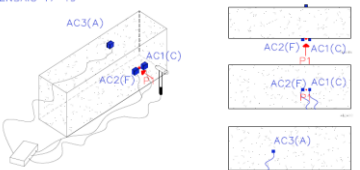
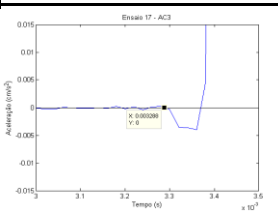
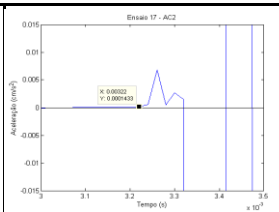
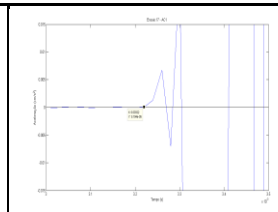
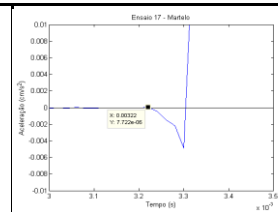
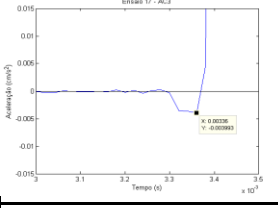
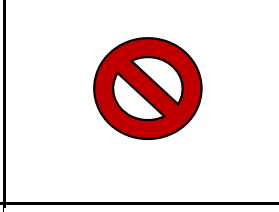
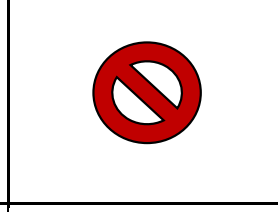
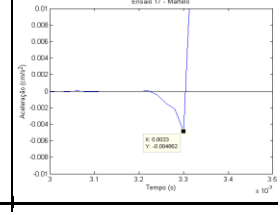
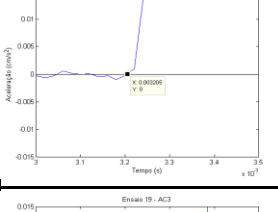
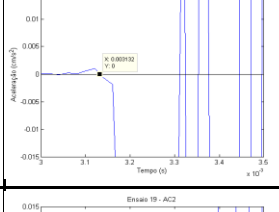
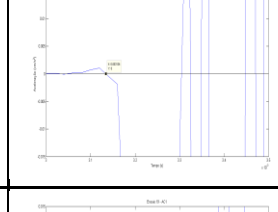
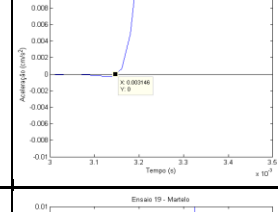
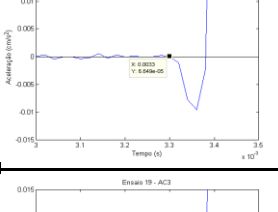
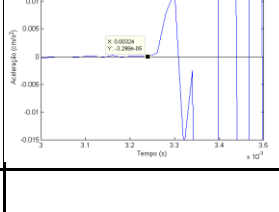
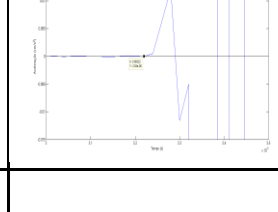
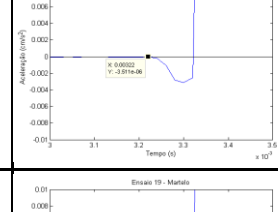
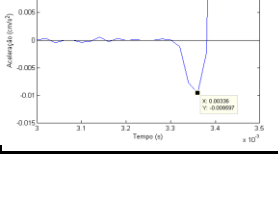
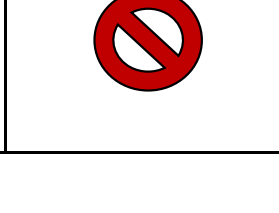
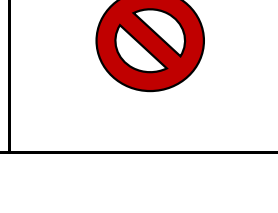
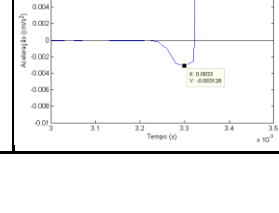
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>ENSAIO 1-3</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: A AC1: posição frontal Posição do Martelo: 1 Distância: 0,24</p>  	
Ensaio 01 (a)		
Ensaio 01 (b)		
Ensaio 02		
Ensaio 03		

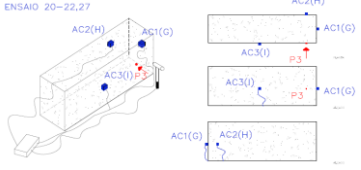
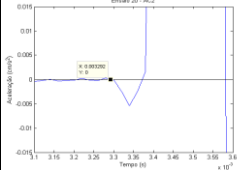
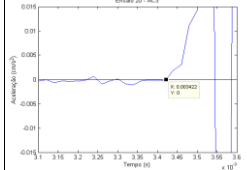
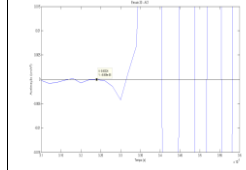
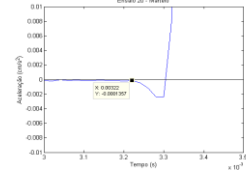
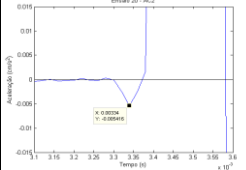

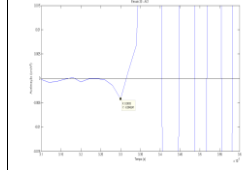
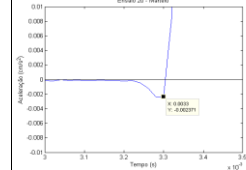
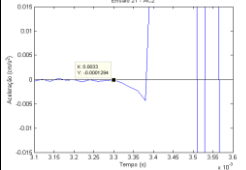
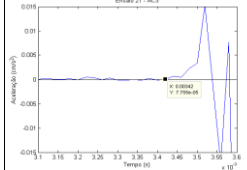
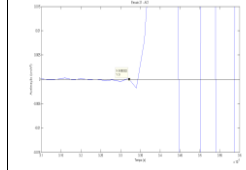
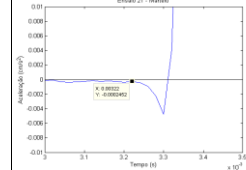
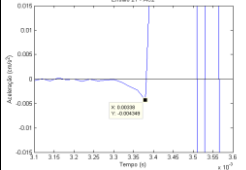

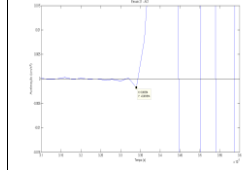
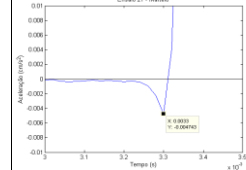
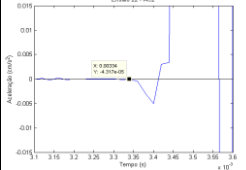
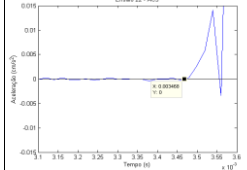
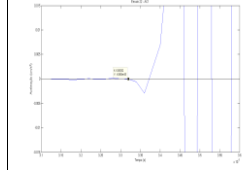
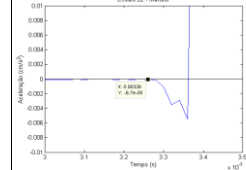
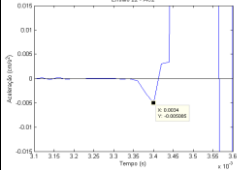
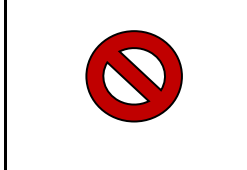
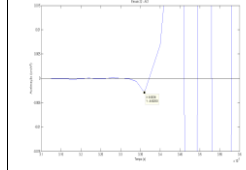
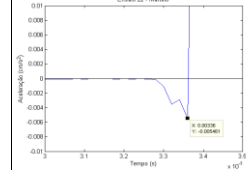
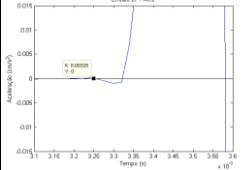
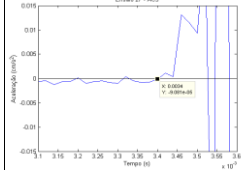
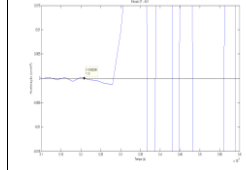
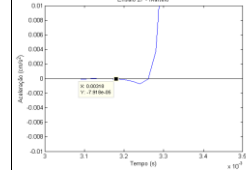
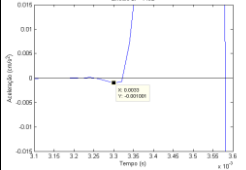
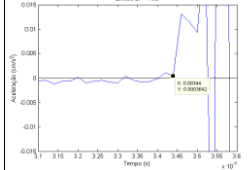
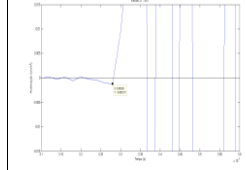
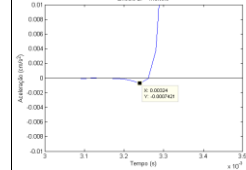
Configuração dos ensaios	AC1	Martelo
	<p>ENSAIO4-6</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Posição do Martelo: 2</p> <p>Distância: 0,235</p>  	
Ensaio 04 (a)		
Ensaio 04 (b)		
Ensaio 05 (a)		
Ensaio 05 (b)		
Ensaio 06 (a)		
Ensaio 06 (b)		

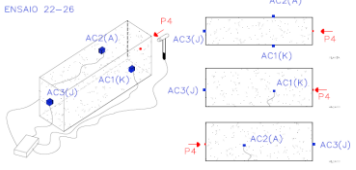
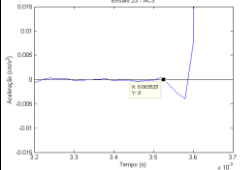
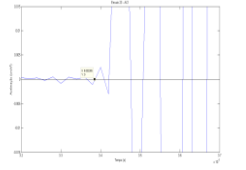
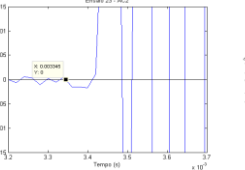
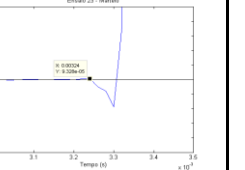
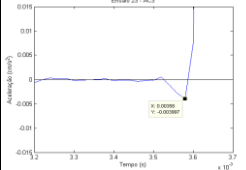
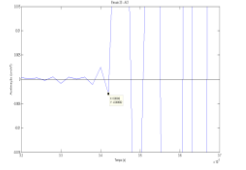
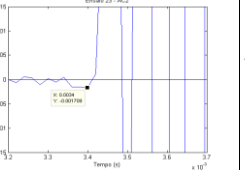
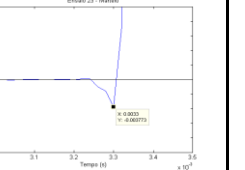
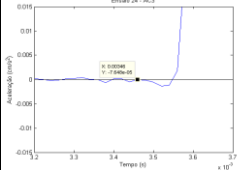
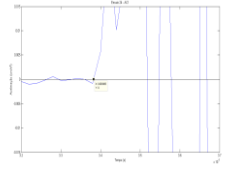
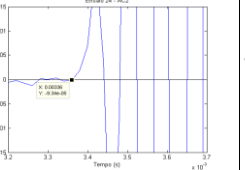
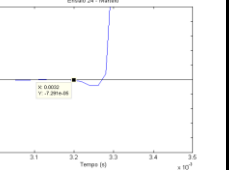
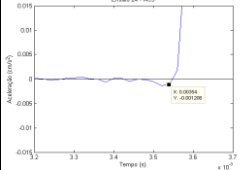


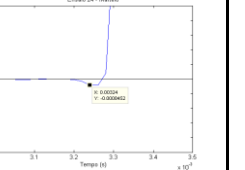
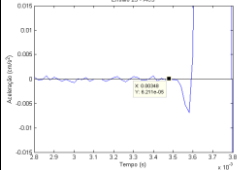
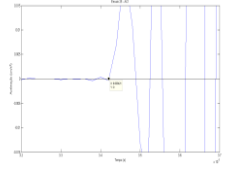
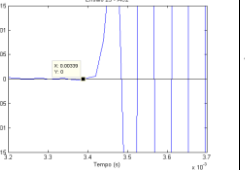
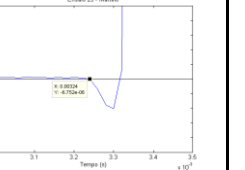
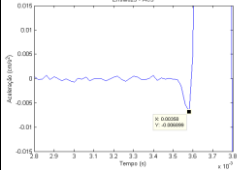


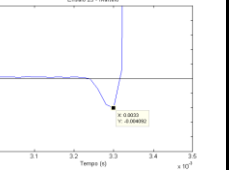
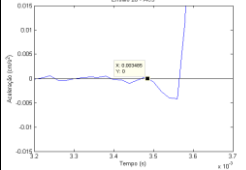
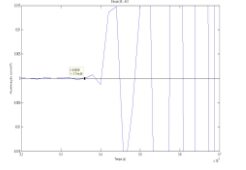
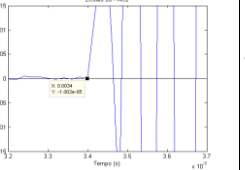
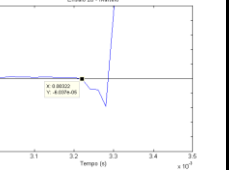
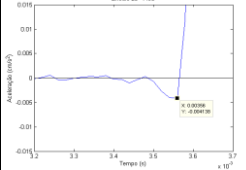
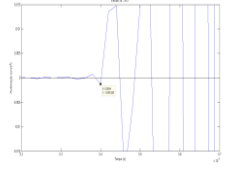

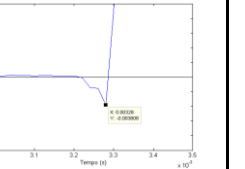
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div> <div> Ensaio Direto Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2 </div> <div> Ensaio Indireto Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2 </div> </div> <div> <div>ENSAIO7-9</div>  <div> <div>AC1(B)</div> <div>AC2(C)</div> <div>AC1(B)</div> </div> </div>		
Ensaio 07			
Ensaio 08 (a)			
Ensaio 08 (b)			
Ensaio 09 (a)			
Ensaio 09 (b)			

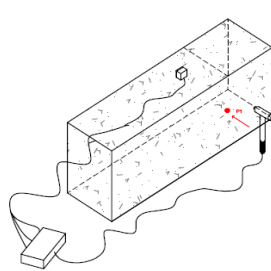
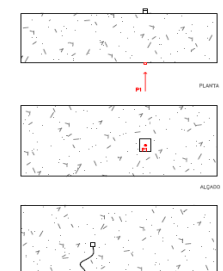
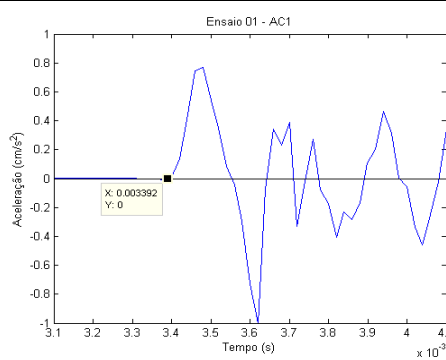
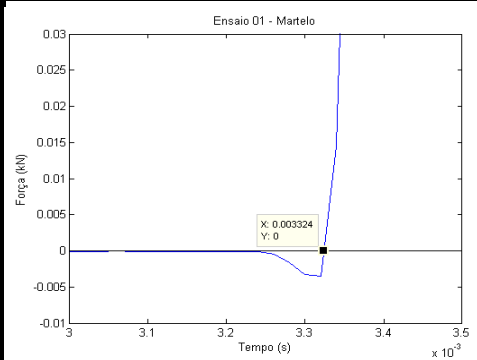
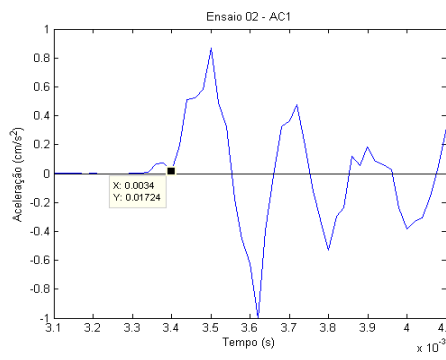
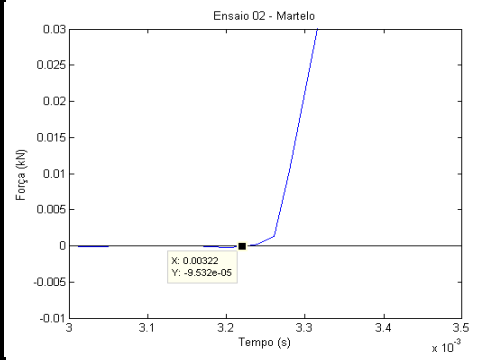
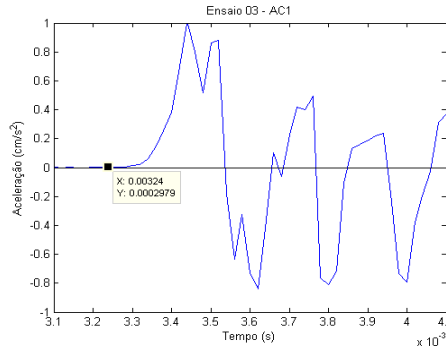
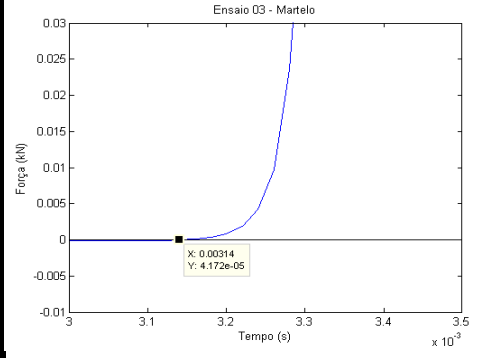
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p>	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p>	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: D AC3: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> 	
Ensaio 10 (a)				
Ensaio 10 (b)				
Ensaio 11 (a)				
Ensaio 11 (b)				
Ensaio 12 (a)				
Ensaio 12 (b)				

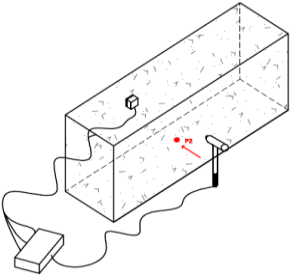
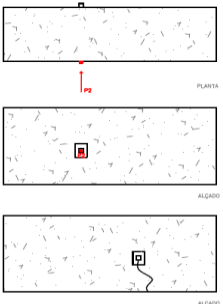
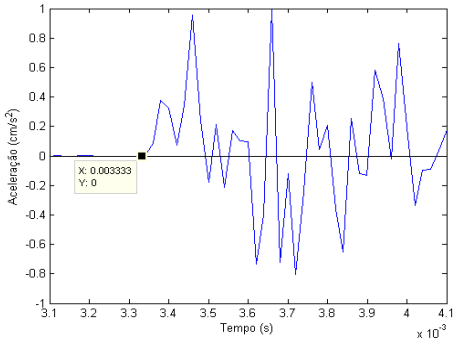
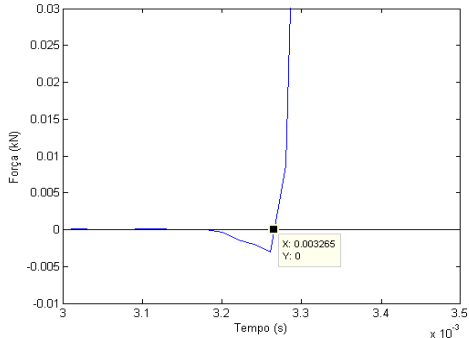
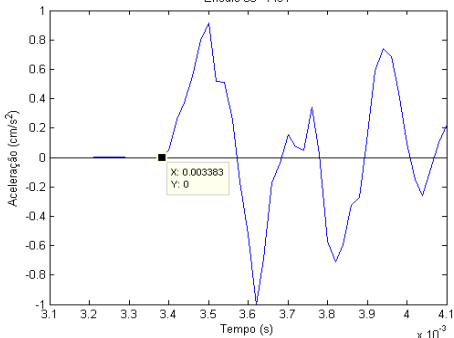
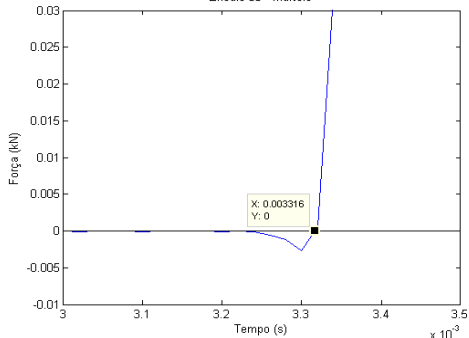
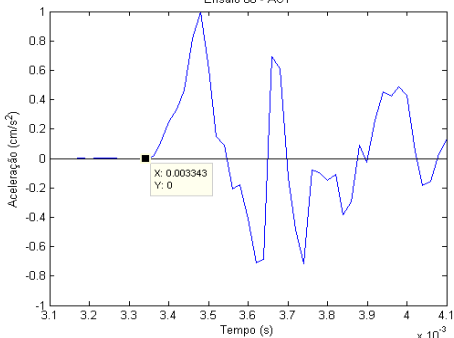
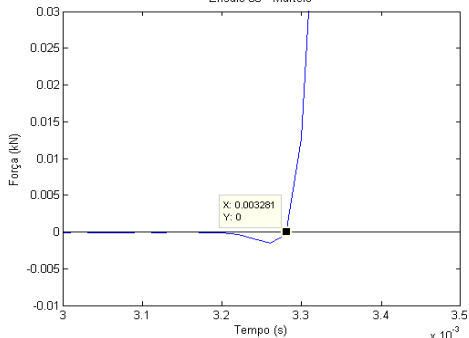
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div> <div> Ensaio Direto Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2 </div> <div> Ensaio Indireto Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2 </div> <div> Ensaio Indireto Posição do AC3: E AC3: posição frontal Distância: 0,47 Posição do Martelo: 2 </div> </div> 			
Ensaio 13 (a)				
Ensaio 13 (b)				
Ensaio 14 (a)				
Ensaio 14 (b)				
Ensaio 15 (a)				
Ensaio 15 (b)				
Ensaio 16 (a)				
Ensaio 16 (b)				

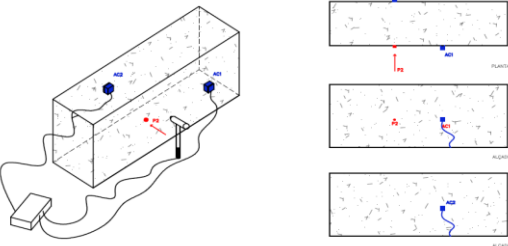
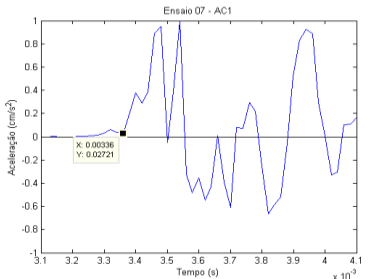
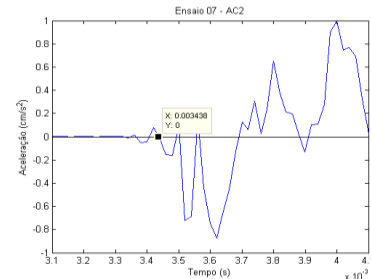
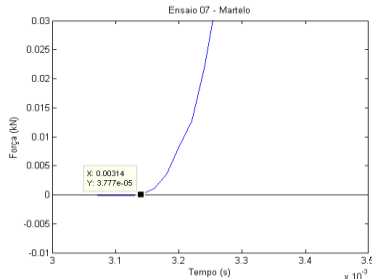
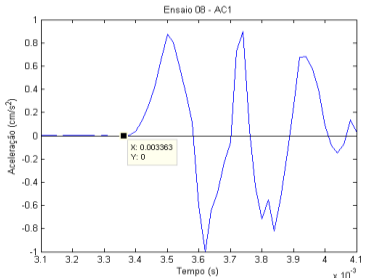
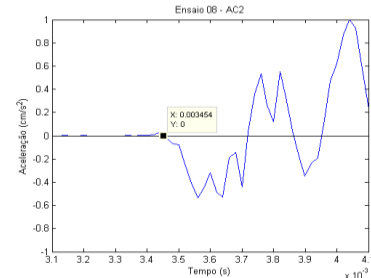
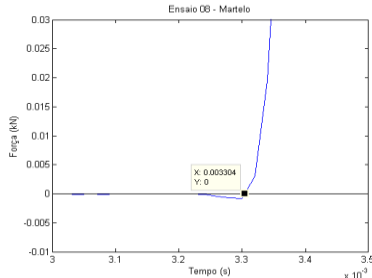
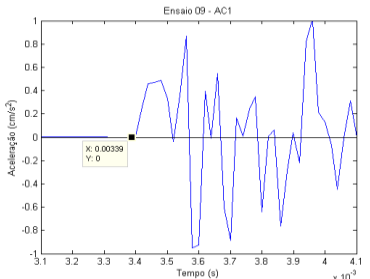
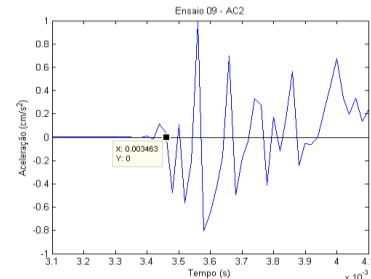
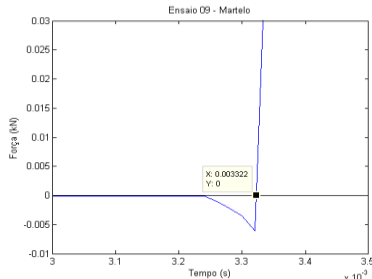
	AC3	AC2	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: A AC3: posição frontal Distância: 0,25 Posição do Martelo: 1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: F AC2: posição frontal Distância: 0,035 Posição do Martelo: 1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: C AC1: posição frontal Distância: 0,035 Posição do Martelo: 1</p>			<p>ENSAIO 17-19</p> 
Ensaio 17 (a)				
Ensaio 17 (b)				
Ensaio 18				
Ensaio 19 (a)				
Ensaio 19 (b)				

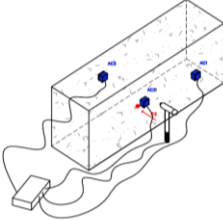
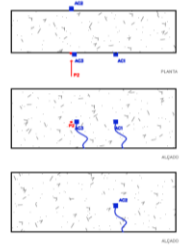
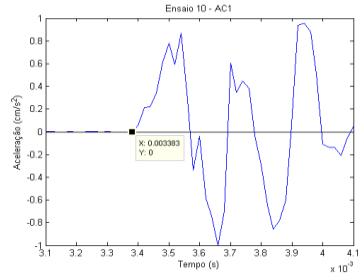
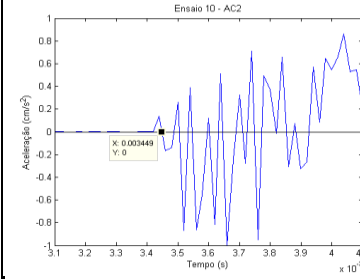
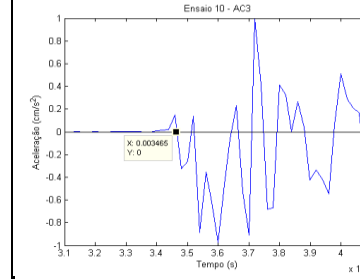
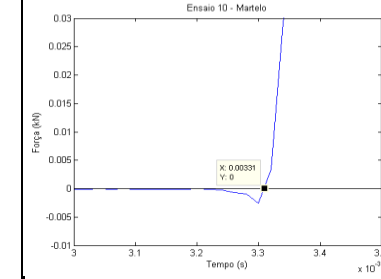
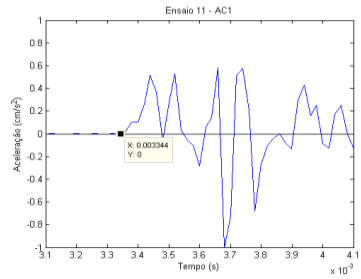
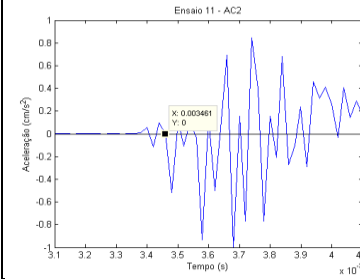
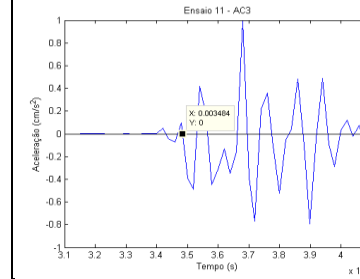
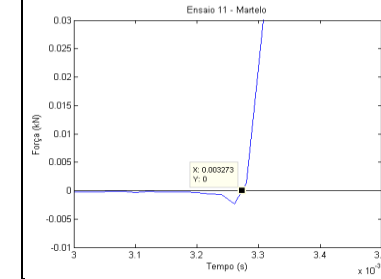
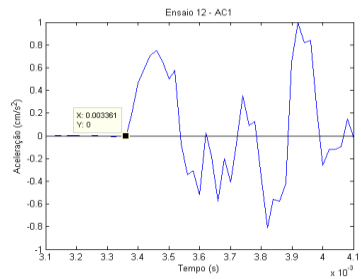
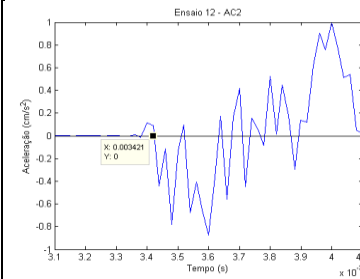
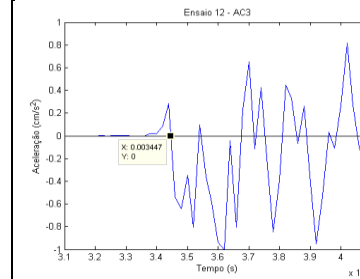
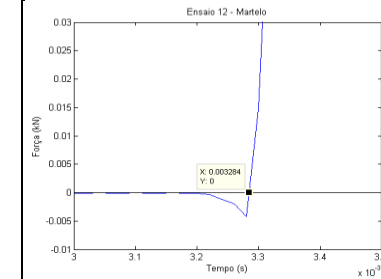
	AC2	AC3	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 3</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: I AC3: posição frontal Distância: 0,40 Posição do Martelo: 3</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC1: G AC1: posição frontal Distância: 0,13 Posição do Martelo: 3</p> 			
Ensaio 20 (a)				
Ensaio 20 (b)				
Ensaio 21 (a)				
Ensaio 21 (b)				
Ensaio 22 (a)				
Ensaio 22 (b)				
Ensaio 27 (a)				
Ensaio 27 (b)				

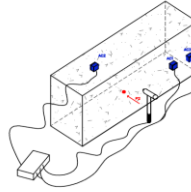
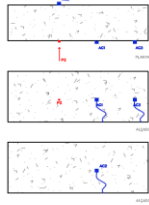
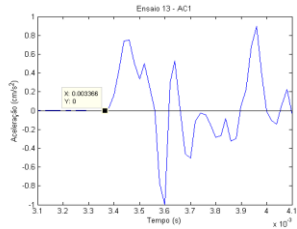
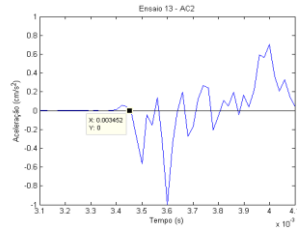
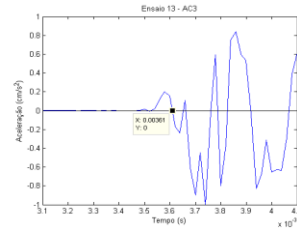
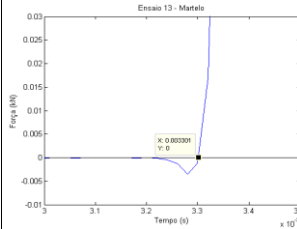
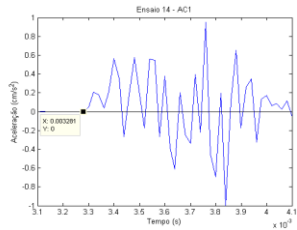
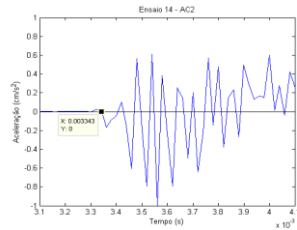
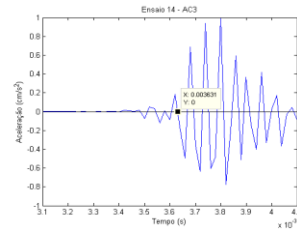
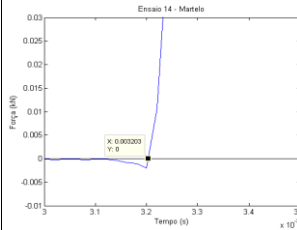
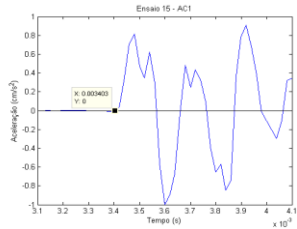
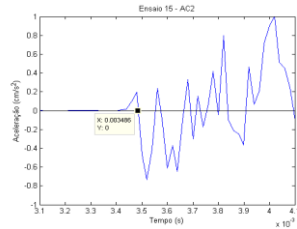
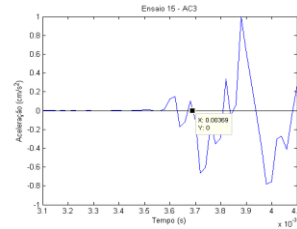
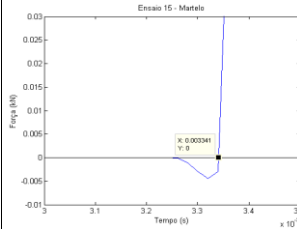
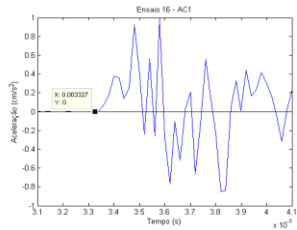
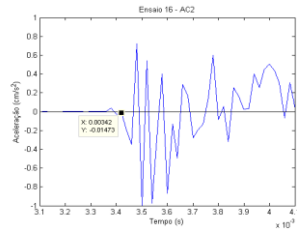
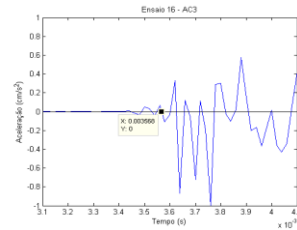
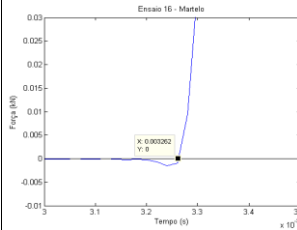
	AC3	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: J AC3: posição frontal Distância: 0,87 Posição do Martelo: 4</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC1: K AC1: posição frontal Distância: 0,37 Posição do Martelo: 4</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC2: A AC2: posição frontal Distância: 0,37 Posição do Martelo: 4</p> 			
Ensaio 23 (a)				
Ensaio 23 (b)				
Ensaio 24 (a)				
Ensaio 24 (b)				
Ensaio 25 (a)				
Ensaio 25 (b)				
Ensaio 26 (a)				
Ensaio 26 (b)				

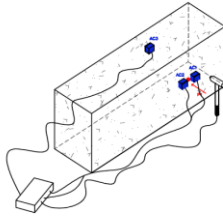
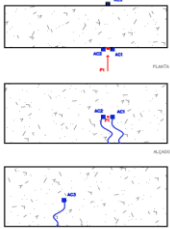
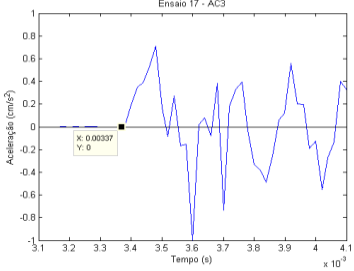
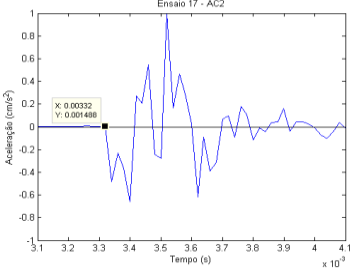
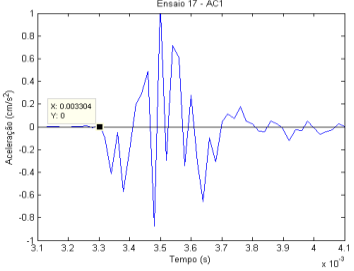
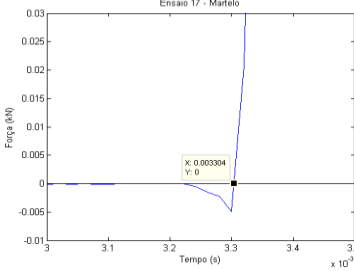
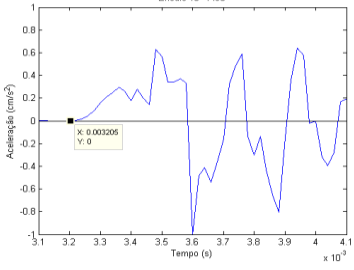
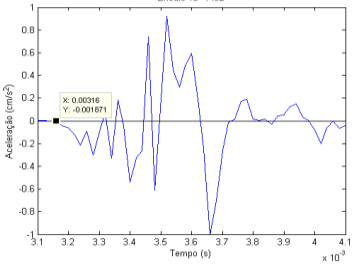
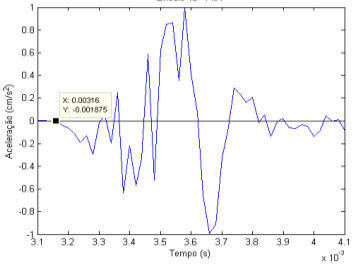
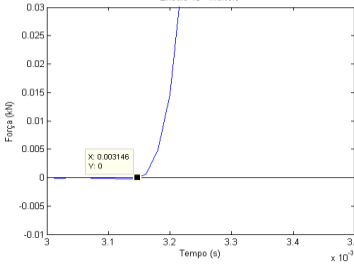
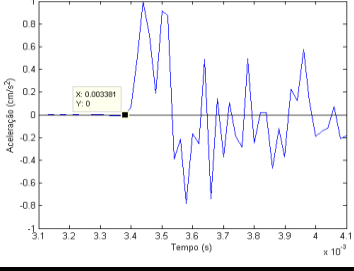
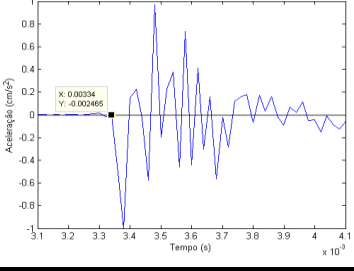
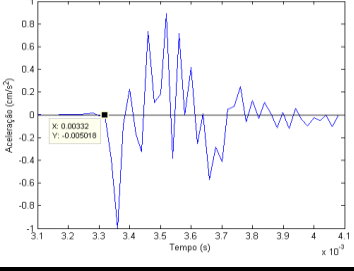
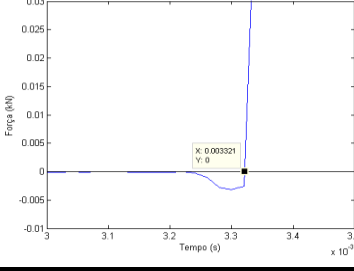
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: A AC1: posição frontal Posição do Martelo: 1 Distância: 0,24</p>  	
Ensaio 01	<p>Ensaio 01 - AC1</p> 	<p>Ensaio 01 - Martelo</p> 
Ensaio 02	<p>Ensaio 02 - AC1</p> 	<p>Ensaio 02 - Martelo</p> 
Ensaio 03	<p>Ensaio 03 - AC1</p> 	<p>Ensaio 03 - Martelo</p> 

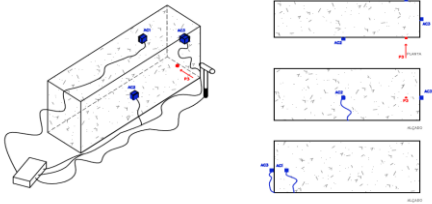
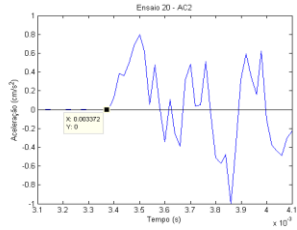
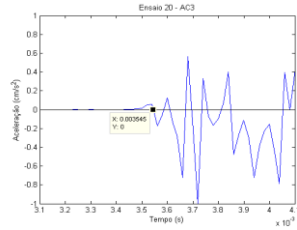
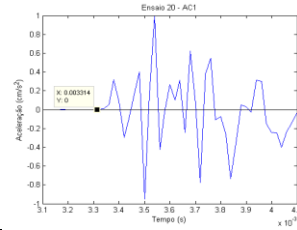
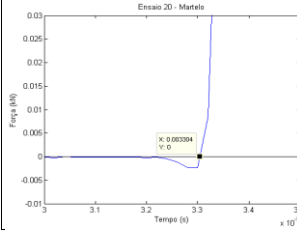
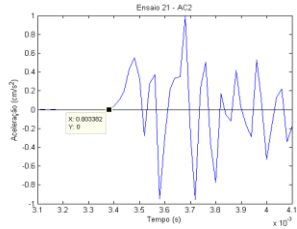
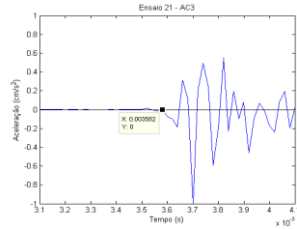
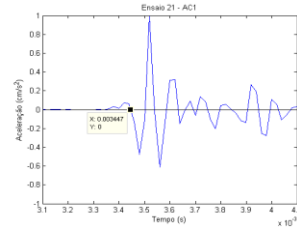
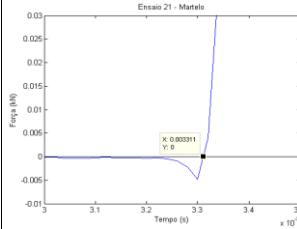
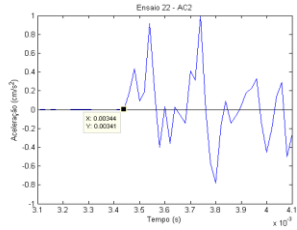
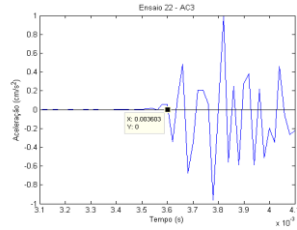
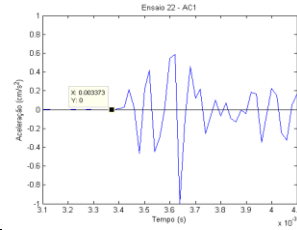
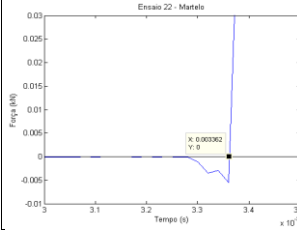
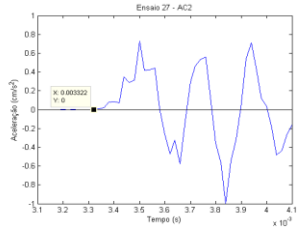
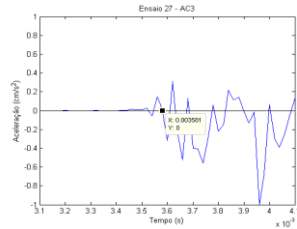
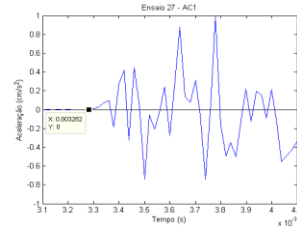
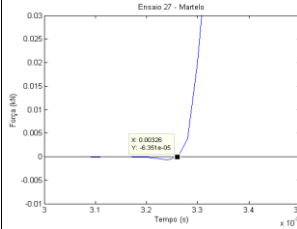
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Posição do Martelo: 2 Distância: 0,235</p> 	
Ensaio 04	<p>Ensaio 04 - AC1</p> 	<p>Ensaio 04 - Martelo</p> 
Ensaio 05	<p>Ensaio 05 - AC1</p> 	<p>Ensaio 05 - Martelo</p> 
Ensaio 06	<p>Ensaio 06 - AC1</p> 	<p>Ensaio 06 - Martelo</p> 

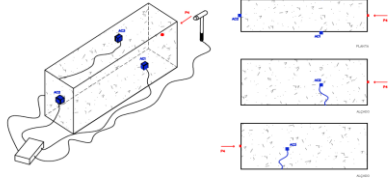
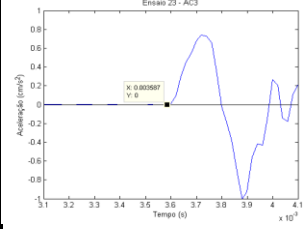
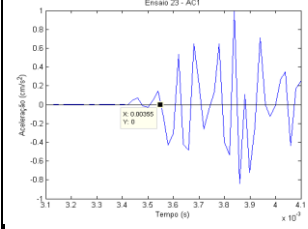
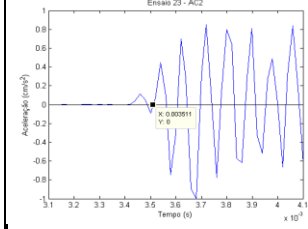
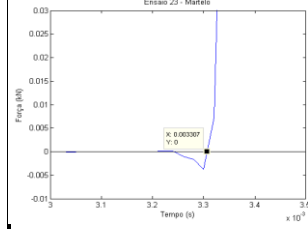
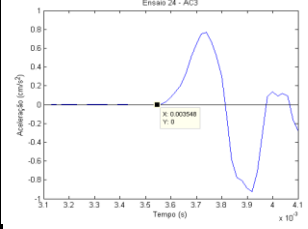
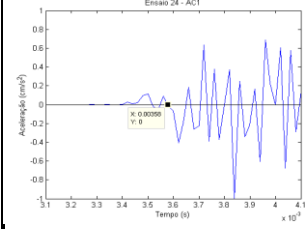
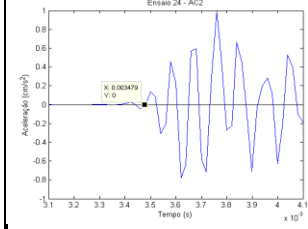
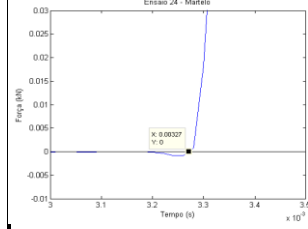
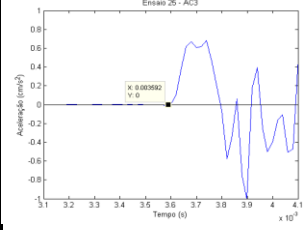
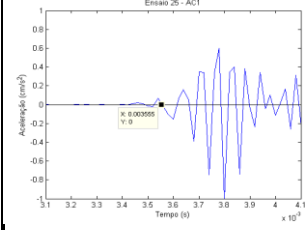
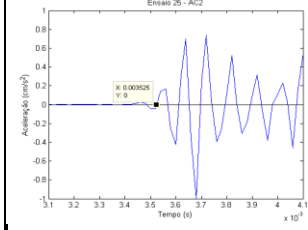
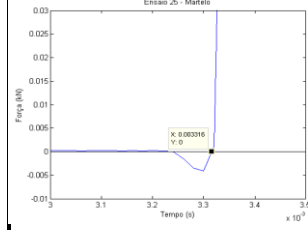
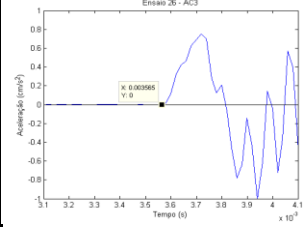
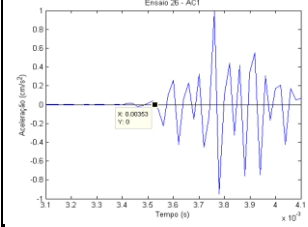
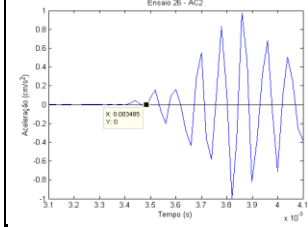
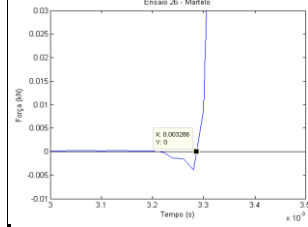
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div> <div> Ensaio Direto Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2 </div> <div> Ensaio Indireto Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2 </div> </div> 		
Ensaio 07			
Ensaio 08			
Ensaio 09			

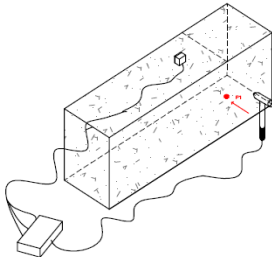
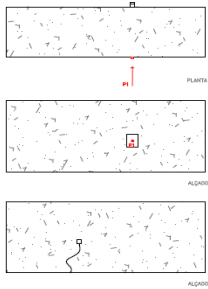
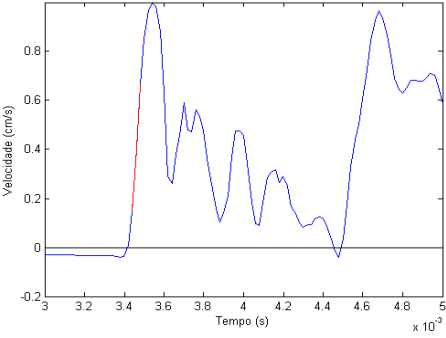
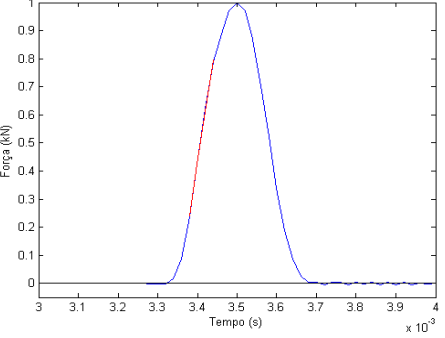
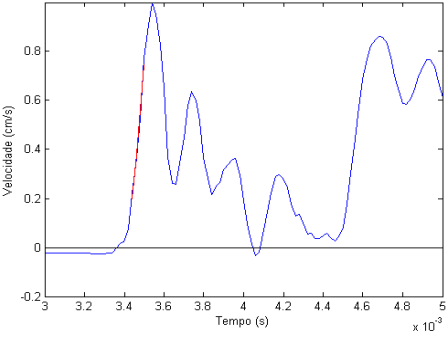
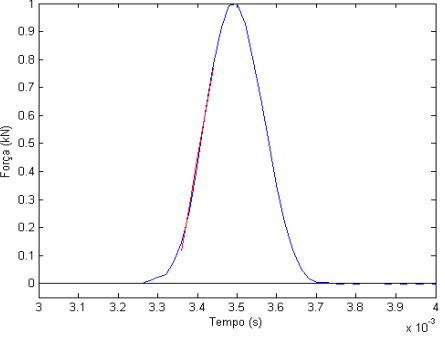
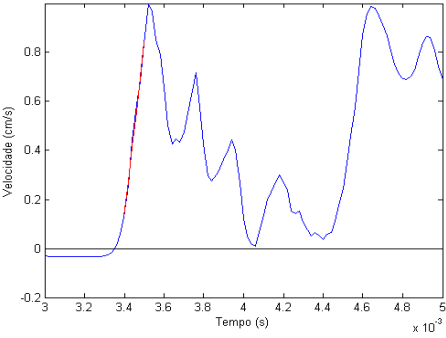
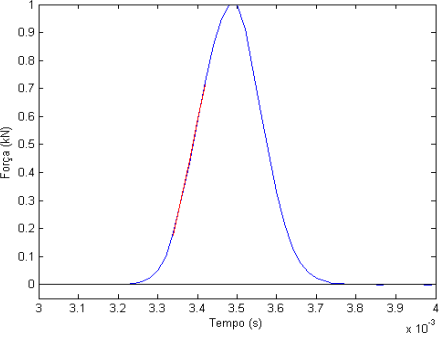
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: D AC3: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p>  			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

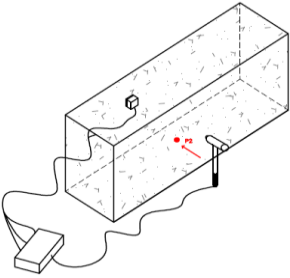
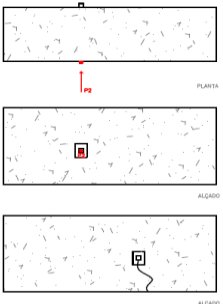
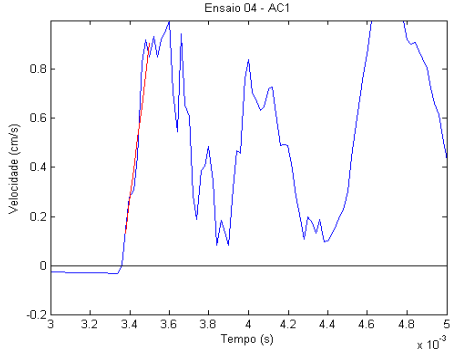
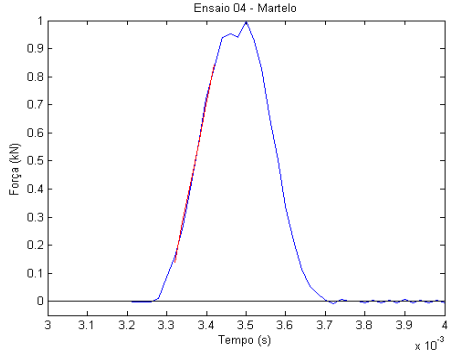
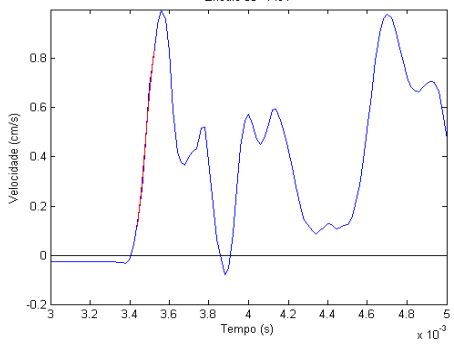
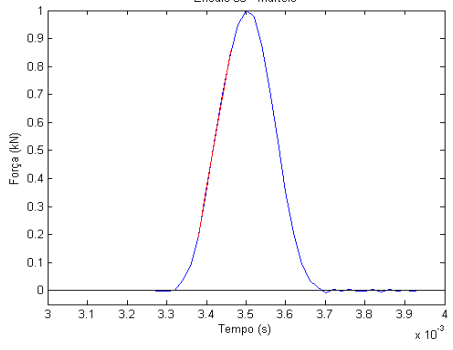
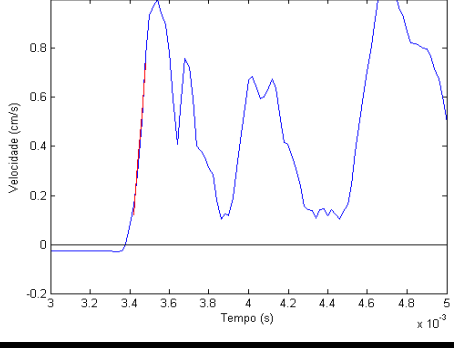
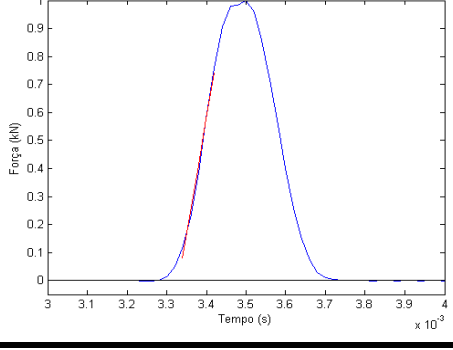
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: E AC3: posição frontal Distância: 0,47 Posição do Martelo: 2</p>			 
Ensaio 13				
Ensaio 14				
Ensaio 15				
Ensaio 16				

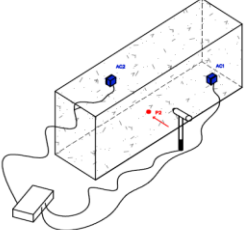
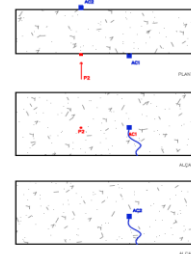
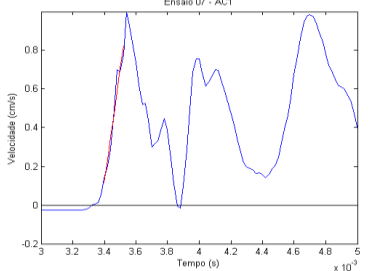
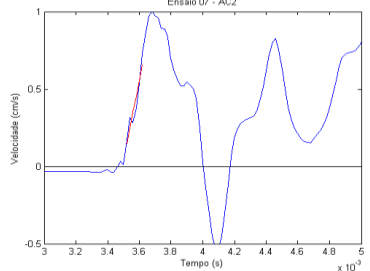
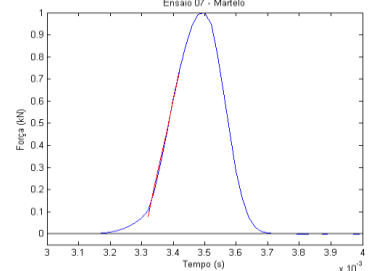
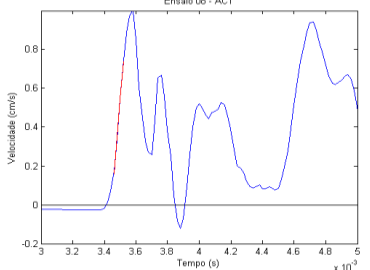
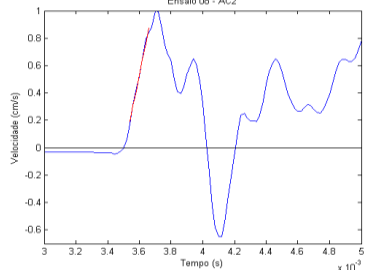
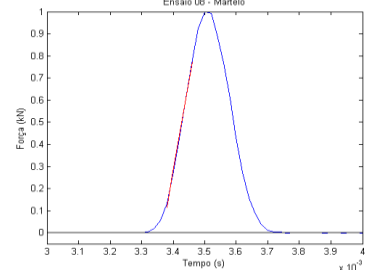
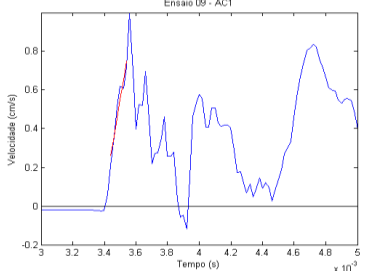
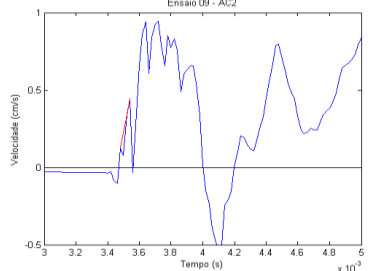
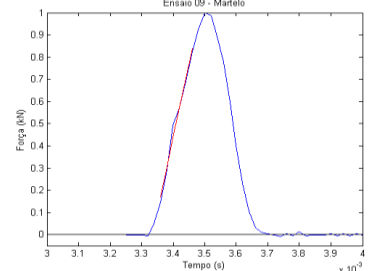
	AC3	AC2	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: A AC3: posição frontal Distância: 0,25 Posição do Martelo: 1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: F AC2: posição frontal Distância: 0,035 Posição do Martelo: 1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: C AC1: posição frontal Distância: 0,035 Posição do Martelo: 1</p>			 
Ensaio 17				
Ensaio 18				
Ensaio 19				

	AC2	AC3	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 3</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: I AC3: posição frontal Distância: 0,40 Posição do Martelo: 3</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC1: G AC1: posição frontal Distância: 0,13 Posição do Martelo: 3</p>			
Ensaio 20				
Ensaio 21				
Ensaio 22				
Ensaio 27				

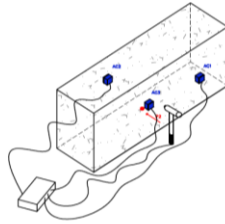
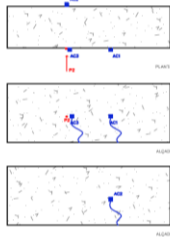
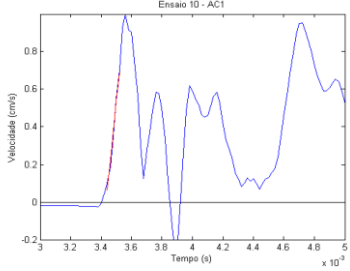
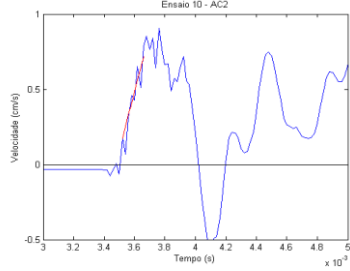
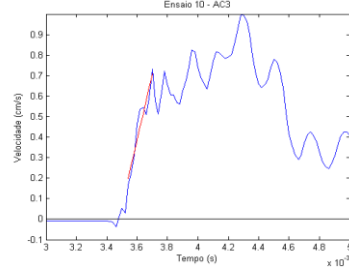
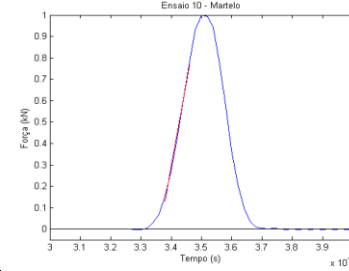
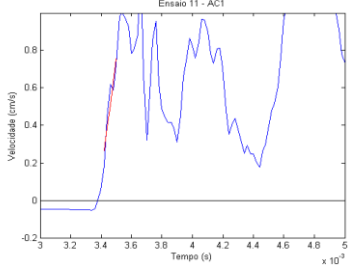
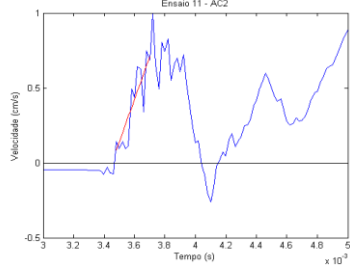
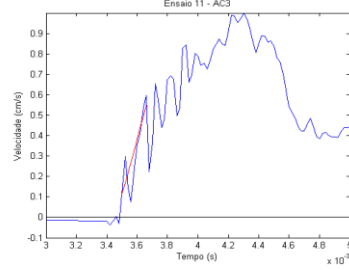
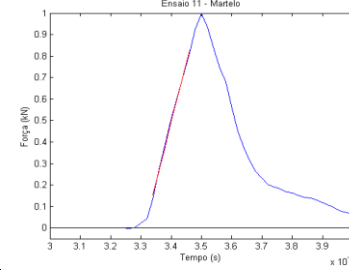
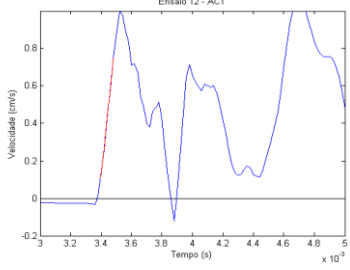
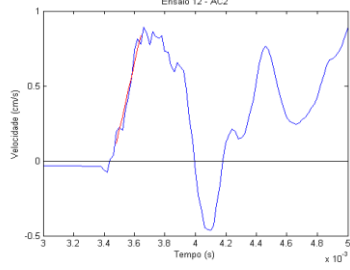
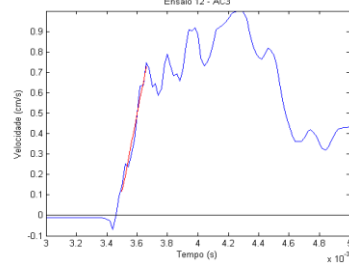
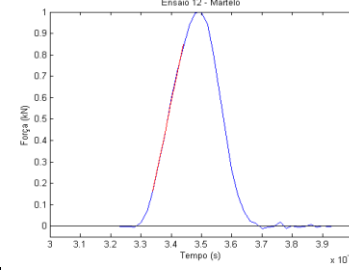
	AC3	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: J AC3: posição frontal Distância: 0,87 Posição do Martelo: 4</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC1: K AC1: posição frontal Distância: 0,37 Posição do Martelo: 4</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC2: A AC2: posição frontal Distância: 0,37 Posição do Martelo: 4</p>			
Ensaio 23				
Ensaio 24				
Ensaio 25				
Ensaio 26				

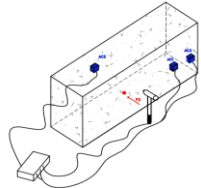
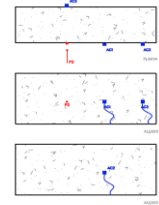
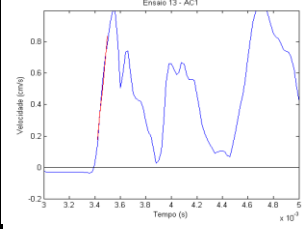
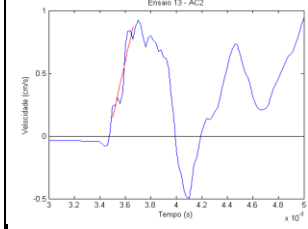
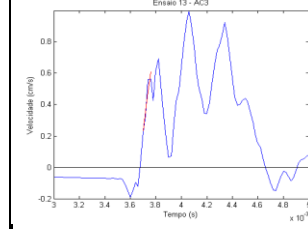
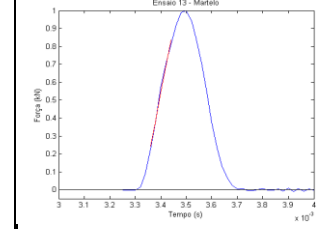
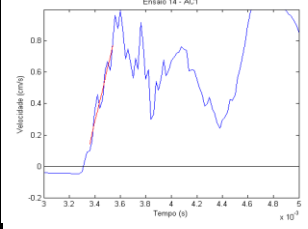
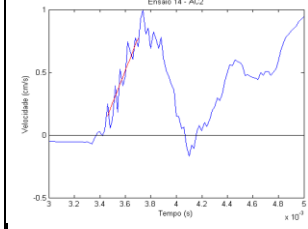
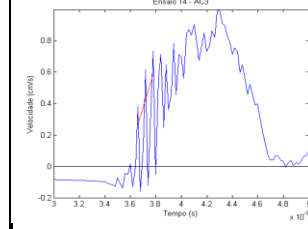
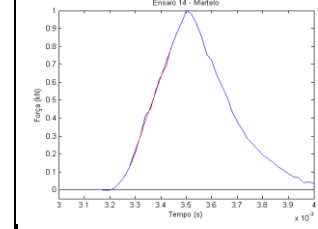
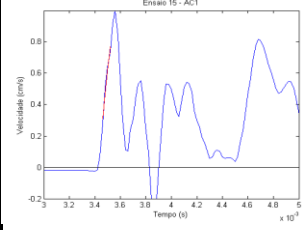
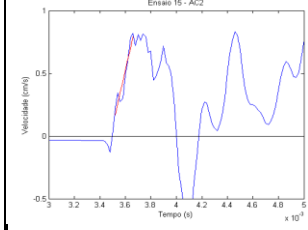
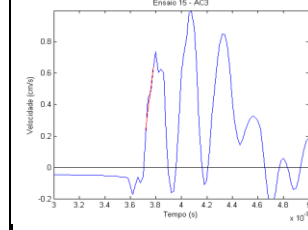
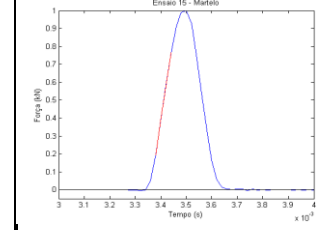
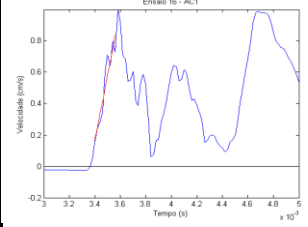
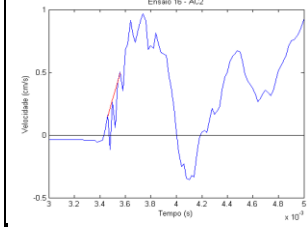
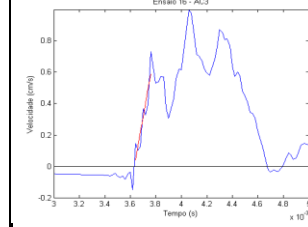
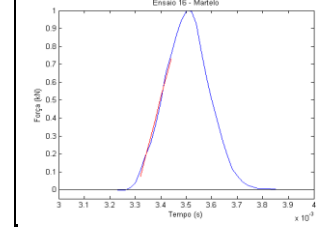
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: A AC1: posição frontal Posição do Martelo: 1 Distância: 0,24</p>  	
Ensaio 01	<p>Ensaio 01 - AC1</p> 	<p>Ensaio 01 - Martelo</p> 
Ensaio 02	<p>Ensaio 02 - AC1</p> 	<p>Ensaio 02 - Martelo</p> 
Ensaio 03	<p>Ensaio 03 - AC1</p> 	<p>Ensaio 03 - Martelo</p> 

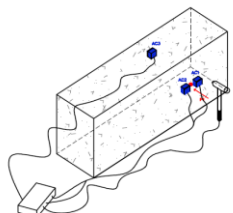
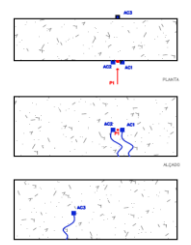
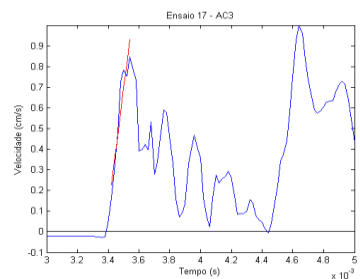
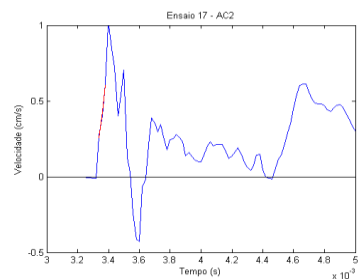
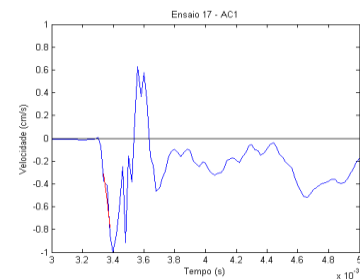
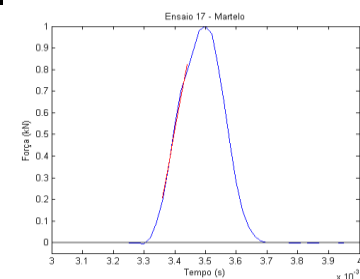
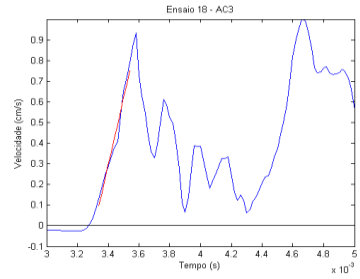
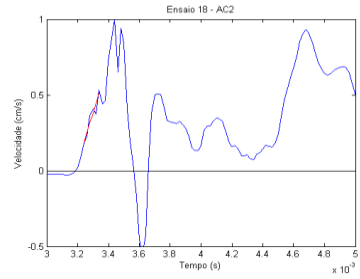
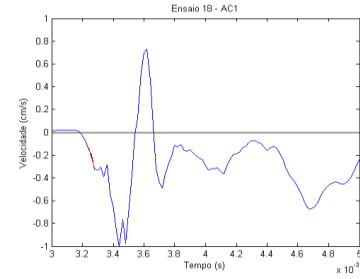
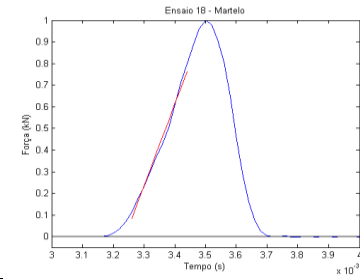
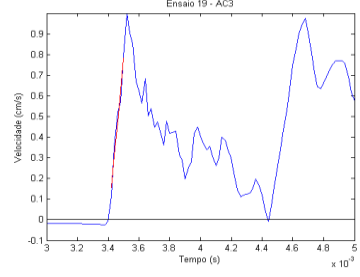
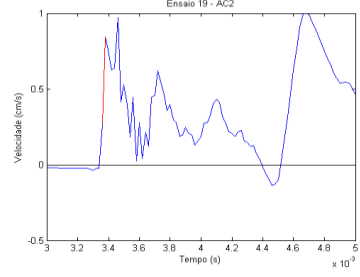
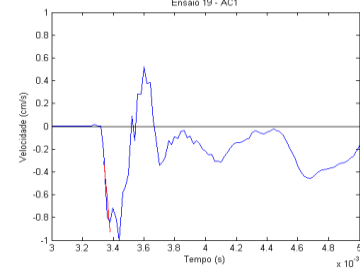
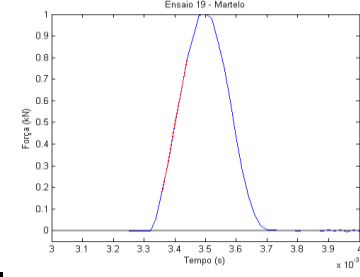
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Posição do Martelo: 2 Distância: 0,235</p></div><div></div></div>	
Ensaio 04		
Ensaio 05		
Ensaio 06		

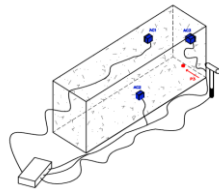
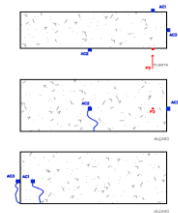
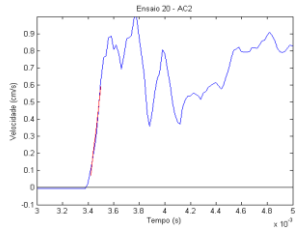
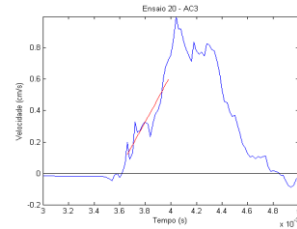
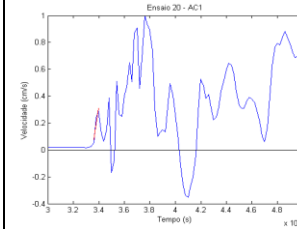
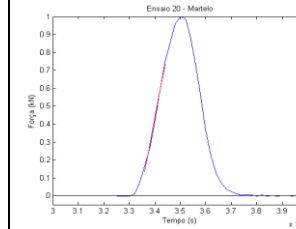
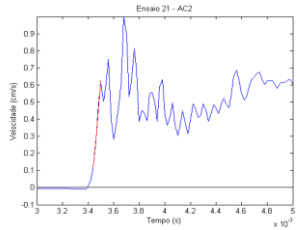
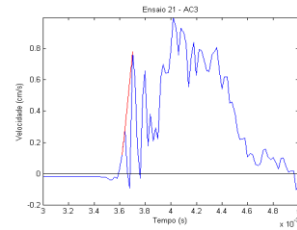
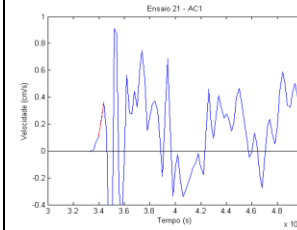
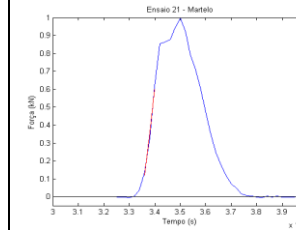
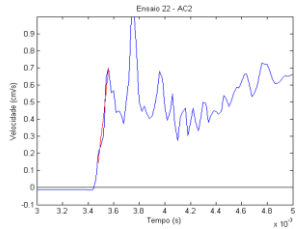
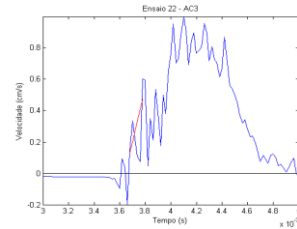
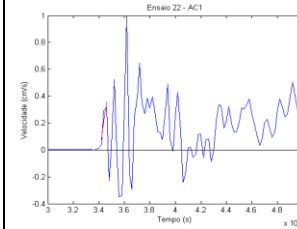
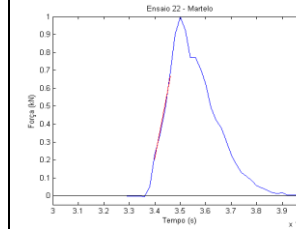
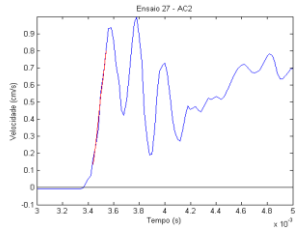
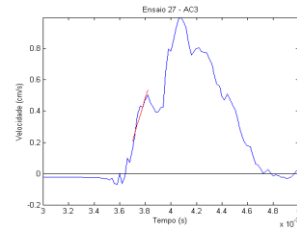
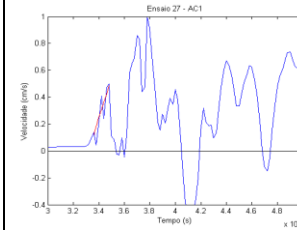
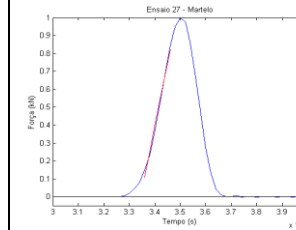
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p>		 
Ensaio 07			
Ensaio 08			
Ensaio 09			

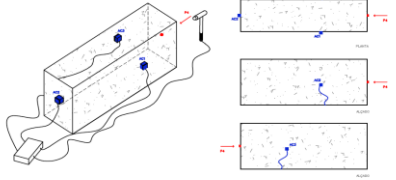
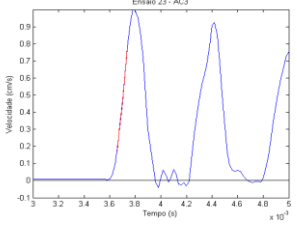
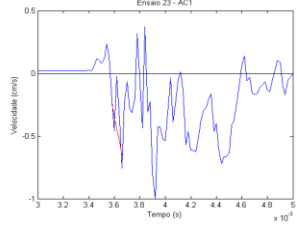
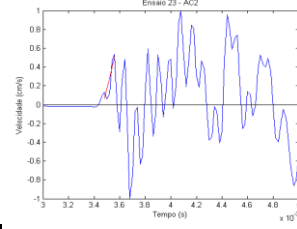
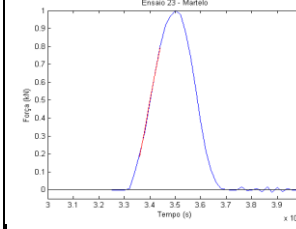
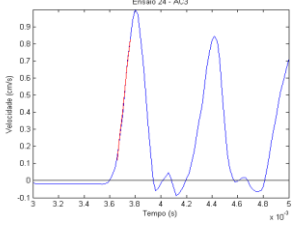
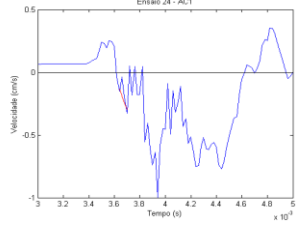
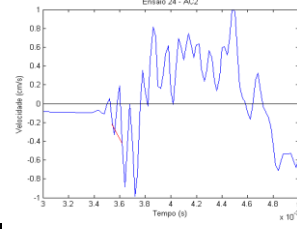
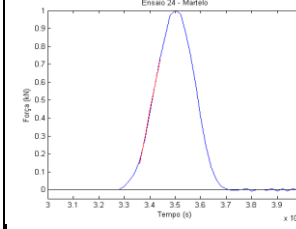
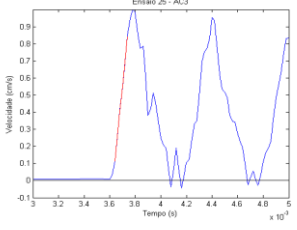
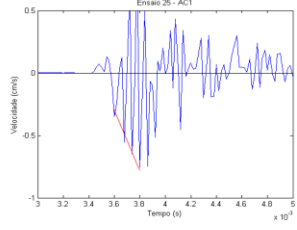
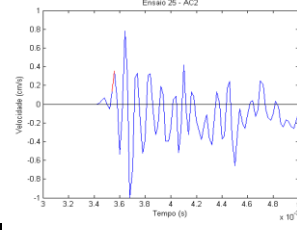
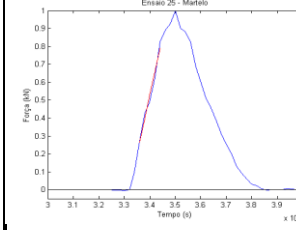
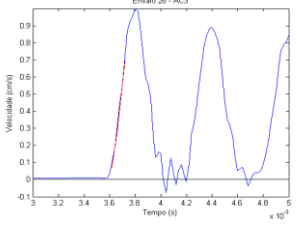
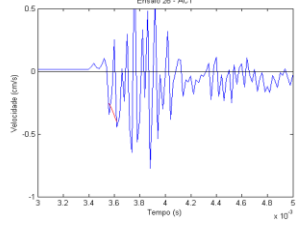
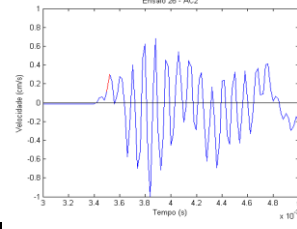
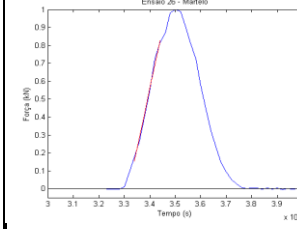
BLOCO DE GRANITO - 4º Critério

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: D AC3: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p>  			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: C AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: E AC3: posição frontal Distância: 0,47 Posição do Martelo: 2</p>			 
Ensaio 13				
Ensaio 14				
Ensaio 15				
Ensaio 16				

	AC3	AC2	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: A AC3: posição frontal Distância: 0,25 Posição do Martelo: 1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: F AC2: posição frontal Distância: 0,035 Posição do Martelo: 1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: C AC1: posição frontal Distância: 0,035 Posição do Martelo: 1</p>			 
Ensaio 17				
Ensaio 18				
Ensaio 19				

	AC2	AC3	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição frontal Distância: 0,235 Posição do Martelo: 3</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: I AC3: posição frontal Distância: 0,40 Posição do Martelo: 3</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC1: G AC1: posição frontal Distância: 0,13 Posição do Martelo: 3</p>			 
Ensaio 20				
Ensaio 21				
Ensaio 22				
Ensaio 27				

	AC3	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: J AC3: posição frontal Distância: 0,87 Posição do Martelo: 4</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC1: K AC1: posição frontal Distância: 0,37 Posição do Martelo: 4</p> <p>Ensaio Semi-Direto</p> <p>Posição do AC2: A AC2: posição frontal Distância: 0,37 Posição do Martelo: 4</p>			
Ensaio 23				
Ensaio 24				
Ensaio 25				
Ensaio 26				

BLOCO DE GRANITO																																			
ENSAIO 01						ENSAIO 02						ENSAIO 03																							
1º Critério												1º Critério												1º Critério											
Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade													
Ac1		0,24				3864		Ac1		0,24				4066		Ac1		0,24				4714													
2º Critério												2º Critério												2º Critério											
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
		(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)							
Ac1		0,00324 0,00332		0,00332 0,00338		0,24		3000 4000		Ac1		0,00322 -		0,00328 -		0,24		4000 -		Ac1		0,00314 -		0,00324 -		0,24		2400 -							
3º Critério												3º Critério												3º Critério											
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,003324		0,003392		0,24		3529		Ac1		0,00322		0,00334		0,24		2000		Ac1		0,00314		0,00324		0,24		2400							
4º Critério												4º Critério												4º Critério											
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,00335		0,00343		0,24		3221		Ac1		0,00335		0,00342		0,24		3306		Ac1		0,00331		0,00338		0,24		3561							
BLOCO DE GRANITO												BLOCO DE GRANITO												BLOCO DE GRANITO											
ENSAIO 04						ENSAIO 05						ENSAIO 06																							
1º Critério						1º Critério						1º Critério																							
Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade													
Ac1		0,235				3721		Ac1		0,235				3982		Ac1		0,235				3969													
2º Critério						2º Critério						2º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
		(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)							
Ac1		0,00318 0,00326		0,00326 0,00330		####		2938 5875		Ac1		0,00322 #####		0,00328 #####		####		3917 ###		Ac1		0,00320 0,00333		0,00326 0,00333		####		3917 3917							
3º Critério						3º Critério						3º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,003265		0,003333		0,24		3456		Ac1		0,003316		0,003383		0,24		3507		Ac1		0,003281		0,003343		0,24		3790							
4º Critério						4º Critério						4º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,00330		0,00336		0,24		3970		Ac1		0,00336		0,00343		0,24		3338		Ac1		0,00333		0,00341		0,24		3009							
BLOCO DE GRANITO												BLOCO DE GRANITO												BLOCO DE GRANITO											
ENSAIO 07						ENSAIO 08						ENSAIO 09																							
1º Critério						1º Critério						1º Critério																							
Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade													
Ac1		0,235				3969		Ac1		0,235				4077		Ac1		0,235				3333													
Ac2		0,235				1470		Ac2		0,235				2344		Ac2		0,235				2372													
2º Critério						2º Critério						2º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
		(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)							
Ac1		0,00314 -		0,00321 -		0,24		3615 -		Ac1		0,00322 #####		0,0033 0,0033		0,24		2701 ###		Ac1		0,00324 0,00332		0,00331 0,00338		0,24		3615 3917							
Ac2		0,00314 -		0,00325 -		0,24		2098 -		Ac2		0,00322 #####		0,0034 -		0,24		1567 -		Ac2		0,00324 0,00332		0,00335 0,00336		0,24		2136 2136							
3º Critério						3º Critério						3º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,00314		0,00336		0,24		1068		Ac1		0,00330		0,00336		0,24		3983		Ac1		0,00332		0,00339		0,24		3456							
Ac2		0,00314		0,00344		0,24		789		Ac2		0,00330		0,00345		0,24		1567		Ac2		0,00332		0,00346		0,24		1667							
4º Critério						4º Critério						4º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,00331		0,00338		0,24		3264		Ac1		0,00337		0,00344		0,24		3052		Ac1		0,00333		0,00339		0,24		4519							
Ac2		0,00331		0,00349		0,24		1286		Ac2		0,00337		0,00351		0,24		1675		Ac2		0,00333		0,00346		0,24		1941							
BLOCO DE GRANITO												BLOCO DE GRANITO												BLOCO DE GRANITO											
ENSAIO 10						ENSAIO 11						ENSAIO 12																							
1º Critério						1º Critério						1º Critério																							
Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade		Ac		Distância				Velocidade													
Ac1		0,235				3608		Ac1		0,235				3425		Ac1		0,235				3453													
Ac2		0,235				2131		Ac2		0,235				2246		Ac2		0,235				2719													
Ac3		0,235				1932		Ac3		0,235				1885		Ac3		0,235				2608													
2º Critério						2º Critério						2º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
		(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)				(a) (b)		(a) (b)				(a) (b)							
Ac1		0,00322 0,00330		0,00330 0,00338		0,24		2866 2937		Ac1		0,00320 #####		0,00326 #####		0,24		3730 ###		Ac1		0,00320 0,00328		0,00326 0,0034		0,24		3917 2937							
Ac2		0,00322 0,00330		0,00332 0,00336		0,24		2474 3917		Ac2		0,00320 #####		0,00332 #####		0,24		1958 ###		Ac2		0,00320 0,00328		0,00331 0,0033		0,24		2238 5875							
Ac3		0,00322 0,00330		0,00335 0,00338		0,24		1808 2937		Ac3		0,00320 #####		0,00335 0,0033		0,24		1610 ###		Ac3		0,00320 0,00328		0,00334 0,0034		0,24		1679 2937							
3º Critério						3º Critério						3º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,00331		0,00338		0,24		3219		Ac1		0,00327		0,00334		0,24		3310		Ac1		0,00328		0,00336		0,24		3052							
Ac2		0,00331		0,00345		0,24		1691		Ac2		0,00327		0,00346		0,24		1250		Ac2		0,00328		0,00342		0,24		1715							
Ac3		0,00331		0,00347		0,24		1516		Ac3		0,00327		0,00348		0,24		1114		Ac3		0,00328		0,00345		0,24		1442							
4º Critério						4º Critério						4º Critério																							
Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade		Ac		Impacto		Acelerômetro		Dist.		Velocidade							
Ac1		0,00336		0,00343		0,24		3471		Ac1		0,00331		0,00338		0,24		3660		Ac1		0,00332		0,00339		0,24		3352							
Ac2		0,00336		0,00348		0,24		2102		Ac2		0,00331		0,00345		0,24		1709		Ac2		0,00332		0,00345		0,24		1705							
Ac3		0,00336		0,00348		0,24		2051		Ac3		0,00331		0,00346		0,24		1611		Ac3		0,00332		0,00347		0,24		1530							

BLOCO DE GRANITO									
ENSAIO 13					ENSAIO 14				
1º Critério					1º Critério				
Ac	Distância			Velocidade	Ac	Distância			Velocidade
Ac1	0,235			4178	Ac1	0,235			3587
Ac2	0,235			2212	Ac2	0,235			2568
Ac3	0,47			2024	Ac3	0,47			1874
2º Critério					2º Critério				
Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade		(a)	(b)
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)		
Ac1	0,00322	0,00328	0,00329	0,00336	0,235	3456	2937		
Ac2	0,00322	0,00328	0,00333	0,00336	0,235	2238	2937		
Ac3	0,00322	0,00328	0,00344	0,00346	0,47	2136	2611		
3º Critério					3º Critério				
Ac	Impacto	Acelerômetro		Dist.	Velocidade	Ac	Impacto	Acelerômetro	
Ac1	0,00330	0,00337		0,235	3615	Ac1	0,00320	0,00328	
Ac2	0,00330	0,00345		0,235	1556	Ac2	0,00320	0,00334	
Ac3	0,00330	0,00361		0,47	1521	Ac3	0,00320	0,00363	
4º Critério					4º Critério				
Ac	Impacto	Acelerômetro		Dist.	Velocidade	Ac	Impacto	Acelerômetro	
Ac1	0,00333	0,00340		0,235	3305	Ac1	0,00325	0,00332	
Ac2	0,00333	0,00347		0,235	1671	Ac2	0,00325	0,00340	
Ac3	0,00333	0,00366		0,47	1403	Ac3	0,00325	0,00356	
BLOCO DE GRANITO									
ENSAIO 17					ENSAIO 18				
1º Critério					1º Critério				
Ac	Distância			Velocidade	Ac	Distância			Velocidade
Ac1	0,035			3324	Ac1	0,035			2956
Ac2	0,035			3324	Ac2	0,035			2956
Ac3	0,25			2968	Ac3	0,25			3519
2º Critério					2º Critério				
Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade		(a)	(b)
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)		
Ac1	0,00322	0,00330	0,00322	-	0,035	####	-		
Ac2	0,00322	0,00330	0,00322	-	0,035	####	-		
Ac3	0,00322	0,00330	0,00329	0,00336	0,25	3676	4167		
3º Critério					3º Critério				
Ac	Impacto	Acelerômetro		Dist.	Velocidade	Ac	Impacto	Acelerômetro	
Ac1	0,00330	0,00330		0,035	#DIV/0!	Ac1	0,00315	0,00316	
Ac2	0,00330	0,00332		0,035	2188	Ac2	0,00315	0,00316	
Ac3	0,00330	0,00337		0,25	3788	Ac3	0,00315	0,00321	
4º Critério					4º Critério				
Ac	Impacto	Acelerômetro		Dist.	Velocidade	Ac	Impacto	Acelerômetro	
Ac1	0,00333	0,00331		0,035	-1759	Ac1	0,00324	0,00321	
Ac2	0,00333	0,00331		0,035	-1496	Ac2	0,00324	0,00318	
Ac3	0,00333	0,00338		0,25	5208	Ac3	0,00324	0,00331	
BLOCO DE GRANITO									
ENSAIO 19					ENSAIO 15				
1º Critério					1º Critério				
Ac	Distância			Velocidade	Ac	Distância			Velocidade
Ac1	0,035			2969	Ac1	0,235			3756
Ac2	0,035			2969	Ac2	0,235			2449
Ac3	0,25			3743	Ac3	0,47			2186
2º Critério					2º Critério				
Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade		(a)	(b)
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)		
Ac1	0,00322	0,00330	0,00322	-	0,035	####	-		
Ac2	0,00322	0,00330	0,00324	-	0,035	1750	-		
Ac3	0,00322	0,00330	0,00330	0,00336	0,25	3125	4167		
3º Critério					3º Critério				
Ac	Impacto	Acelerômetro		Dist.	Velocidade	Ac	Impacto	Acelerômetro	
Ac1	0,00332	0,00332		0,035	-35000	Ac1	0,00334	0,00332	
Ac2	0,00332	0,00334		0,035	1842	Ac2	0,00334	0,00335	
Ac3	0,00332	0,00338		0,25	4167	Ac3	0,00334	0,00340	
4º Critério					4º Critério				
Ac	Impacto	Acelerômetro		Dist.	Velocidade	Ac	Impacto	Acelerômetro	
Ac1	0,00334	0,00332		0,035	-2188	Ac1	0,00334	0,00332	
Ac2	0,00334	0,00335		0,035	2397	Ac2	0,00334	0,00335	
Ac3	0,00334	0,00340		0,25	3912	Ac3	0,00334	0,00340	

BLOCO DE GRANITO

ENSAIO 20

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,13	4130
Ac2	0,235	3199
Ac3	0,40	2723

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00322	0,00330	0,00324	0,00330	0,13	6500	1625
Ac2	0,00322	0,00330	0,00329	0,00334	0,235	3264	1958
Ac3	0,00322	0,00330	0,00342	-	0,40	1980	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00331	0,13	13000
Ac2	0,00330	0,00337	0,235	3456
Ac3	0,00330	0,00355	0,40	1660

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00335	0,13	25490
Ac2	0,00334	0,00341	0,235	3518
Ac3	0,00334	0,00358	0,40	1678

ENSAIO 21

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,13	3800
Ac2	0,235	3925
Ac3	0,40	2835

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00322	0,00330	0,00332	0,00334	0,13	1275	3250
Ac2	0,00322	0,00330	0,00330	0,00338	0,235	2938	2937
Ac3	0,00322	0,00330	0,00342	-	0,40	2000	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00331	0,00345	0,13	956
Ac2	0,00331	0,00338	0,235	3310
Ac3	0,00331	0,00358	0,40	1476

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00335	0,00338	0,13	3951
Ac2	0,00335	0,00343	0,235	3088
Ac3	0,00335	0,00361	0,40	1565

ENSAIO 22

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,13	3727
Ac2	0,235	2967
Ac3	0,40	2950

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00326	0,00336	0,00332	0,00336	0,13	2167	#DIV/0!
Ac2	0,00326	0,00336	0,00334	0,00340	0,235	2937	5875
Ac3	0,00326	0,00336	0,00347	-	0,40	1923	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00336	0,00337	0,13	11818
Ac2	0,00336	0,00344	0,235	3013
Ac3	0,00336	0,00360	0,40	1660

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00337	0,00341	0,13	3714
Ac2	0,00337	0,00346	0,235	2749
Ac3	0,00337	0,00364	0,40	1491

ENSAIO 27

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,13	3985
Ac2	0,235	3774
Ac3	0,40	2525

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00318	0,00324	0,00321	0,00328	0,13	4643	3250
Ac2	0,00318	0,00324	0,00325	0,00330	0,235	3357	3917
Ac3	0,00318	0,00324	0,00340	0,00344	0,40	1818	2000

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00326	0,00328	0,13	5909
Ac2	0,00326	0,00332	0,235	3790
Ac3	0,00326	0,00358	0,40	1246

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00332	0,13	-5350
Ac2	0,00334	0,00342	0,235	3142
Ac3	0,00334	0,00362	0,40	1441

BLOCO DE GRANITO

ENSAIO 23

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,37	3607
Ac2	0,37	3607
Ac3	0,87	3150

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00324	0,00330	0,00339	0,00342	0,37	2552	3083
Ac2	0,00324	0,00330	0,00335	0,00340	0,37	3524	3700
Ac3	0,00324	0,00330	0,00353	0,00358	0,87	3053	3107

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00331	0,00355	0,37	1523
Ac2	0,00331	0,00351	0,37	1814
Ac3	0,00331	0,00359	0,87	3107

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00353	0,37	1899
Ac2	0,00334	0,00347	0,37	2803
Ac3	0,00334	0,00364	0,87	2894

ENSAIO 24

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,37	3018
Ac2	0,37	3018
Ac3	0,87	3075

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00320	0,00324	0,00338	-	0,37	2022	-
Ac2	0,00320	0,00324	0,00336	-	0,37	2313	-
Ac3	0,00320	0,00324	0,00346	0,00354	0,87	3346	2900

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00327	0,00338	0,37	3364
Ac2	0,00327	0,00348	0,37	1770
Ac3	0,00327	0,00355	0,87	3129

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00359	0,37	1482
Ac2	0,00334	0,00345	0,37	3401
Ac3	0,00334	0,00364	0,87	2871

ENSAIO 25

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,37	3530
Ac2	0,37	3530
Ac3	0,87	3157

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00324	0,00330	0,00342	-	0,37	2044	-
Ac2	0,00324	0,00330	0,00339	-	0,37	2467	-
Ac3	0,00324	0,00330	0,00348	0,00358	0,87	3625	3107

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00356	0,37	1548
Ac2	0,00332	0,00353	0,37	1770
Ac3	0,00332	0,00359	0,87	3152

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00348	0,37	2354
Ac2	0,00332	0,00353	0,37	1775
Ac3	0,00332	0,00362	0,87	2850

ENSAIO 26

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,37	3568
Ac2	0,37	3568
Ac3	0,87	3085

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00322	0,00328	0,00336	0,00340	0,37	2643	3083
Ac2	0,00322	0,00328	0,00340	-	0,37	2056	-
Ac3	0,00322	0,00328	0,00349	0,00356	0,87	3283	3107

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00353	0,37	1516
Ac2	0,00329	0,00349	0,37	1859
Ac3	0,00329	0,00357	0,87	3118

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00345	0,37	2729
Ac2	0,00332	0,00349	0,37	2175
Ac3	0,00332	0,00361	0,87	2985

BLOCO DE GRANITO - 1º Critério

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	3864	3636	1,06	1,00
2	1	4066	3636	1,12	1,00
3	1	4714	3636	1,30	1,00
4	1	3721	3636	1,02	1,00
5	1	3982	3636	1,10	1,00
6	1	3969	3636	1,09	1,00
7	1	3969	3636	1,09	1,00
8	1	4077	3636	1,12	1,00
9	1	3333	3636	0,92	1,00
10	1	3608	3636	0,99	1,00
11	1	3425	3636	0,94	1,00
12	1	3453	3636	0,95	1,00
13	1	4178	3636	1,15	1,00
14	1	3587	3636	0,99	1,00
15	1	3756	3636	1,03	1,00
16	1	3901	3636	1,07	1,00
17	3	2968	3636	0,82	1,00
18	3	3519	3636	0,97	1,00
19	3	3743	3636	1,03	1,00
20	2	3199	3636	0,88	1,00
21	2	3925	3636	1,08	1,00
22	2	2967	3636	0,82	1,00
23	2	3774	3636	1,04	1,00
24	3	3150	3636	0,87	1,00
25	3	3075	3636	0,85	1,00
26	3	3157	3636	0,87	1,00
27	3	3085	3636	0,85	1,00

Média=	3636
DesvPad=	429
Coef.Var.=	0,12
Mínimo=	2967
Máximo=	4714

858
2777
4494

Ensaio Indiretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	2	1470	2509	0,59	1,00
2	2	2344	2509	0,93	1,00
3	2	2372	2509	0,95	1,00
4	2	2131	2509	0,85	1,00
5	3	1932	2509	0,77	1,00
6	2	2246	2509	0,90	1,00
7	3	1885	2509	0,75	1,00
8	2	2719	2509	1,08	1,00
9	3	2608	2509	1,04	1,00
10	2	2212	2509	0,88	1,00
11	3	2024	2509	0,81	1,00
12	2	2568	2509	1,02	1,00
13	3	1874	2509	0,75	1,00
14	2	2449	2509	0,98	1,00
15	3	2186	2509	0,87	1,00
16	2	2600	2509	1,04	1,00
17	3	2600	2509	1,04	1,00
18	1	3324	2509	1,32	1,00
19	2	3324	2509	1,32	1,00
20	1	2956	2509	1,18	1,00
21	2	2956	2509	1,18	1,00
22	1	2969	2509	1,18	1,00
23	2	2969	2509	1,18	1,00
24	3	2723	2509	1,09	1,00
25	3	2835	2509	1,13	1,00
26	3	2950	2509	1,18	1,00
27	3	2525	2509	1,01	1,00

Média=	2509
DesvPad=	459
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	1470
Máximo=	3324

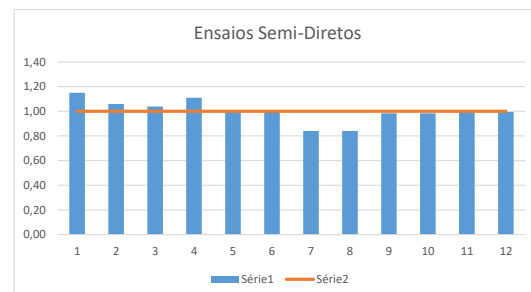
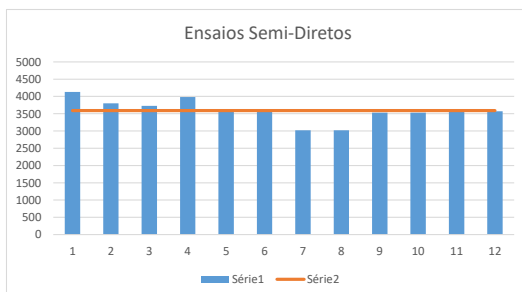
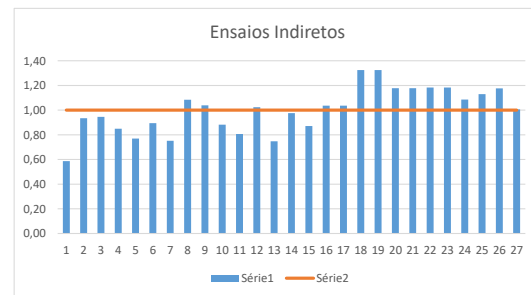
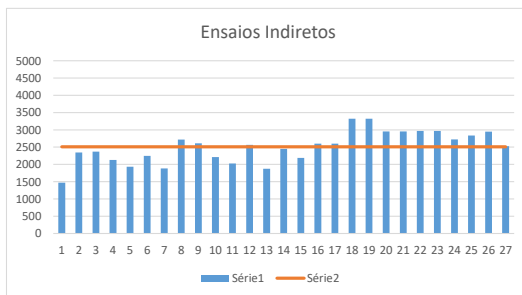
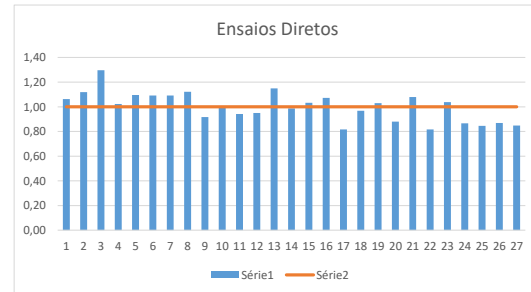
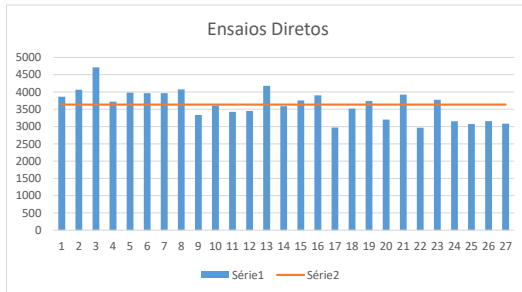
917
1592
3426

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	4130	3591	1,15	1,00
2	1	3800	3591	1,06	1,00
3	1	3727	3591	1,04	1,00
4	1	3985	3591	1,11	1,00
5	2	3607	3591	1,00	1,00
6	2	3607	3591	1,00	1,00
7	1	3018	3591	0,84	1,00
8	2	3018	3591	0,84	1,00
9	1	3530	3591	0,98	1,00
10	2	3530	3591	0,98	1,00
11	1	3568	3591	0,99	1,00
12	2	3568	3591	0,99	1,00

Média=	3591
DesvPad=	327
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	3018
Máximo=	4130

653
2937
4244



BLOCO DE GRANITO - 1º Critério (Refinado)

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	3864	3594	1,08	1,00
2	2	4066	3594	1,13	1,00
3	3	1	3594	0,00	1,00
4	4	1	3721	3594	1,04
5	5	1	3982	3594	1,11
6	6	1	3969	3594	1,10
7	7	1	3969	3594	1,10
8	8	1	4077	3594	1,13
9	9	1	3333	3594	0,93
10	10	1	3608	3594	1,00
11	11	1	3425	3594	0,95
12	12	1	3453	3594	0,96
13	13	1	4178	3594	1,16
14	14	1	3587	3594	1,00
15	15	1	3756	3594	1,04
16	16	1	3901	3594	1,09
17	17	3	2968	3594	0,83
18	18	3	3519	3594	0,98
19	19	3	3743	3594	1,04
20	20	2	3199	3594	0,89
21	21	2	3925	3594	1,09
22	22	2	2967	3594	0,83
23	27	2	3774	3594	1,05
24	23	3	3150	3594	0,88
25	24	3	3075	3594	0,86
26	25	3	3157	3594	0,88
27	26	3	3085	3594	0,86

Média=	3594
DesvPad=	379
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	2967
Máximo=	4178

Ensaio Indiretos

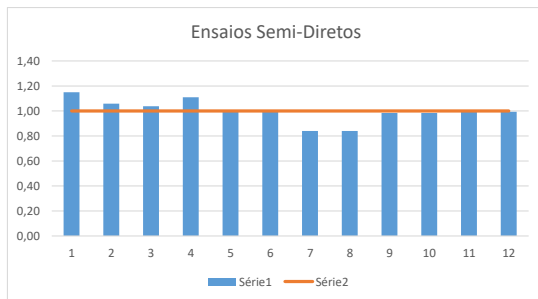
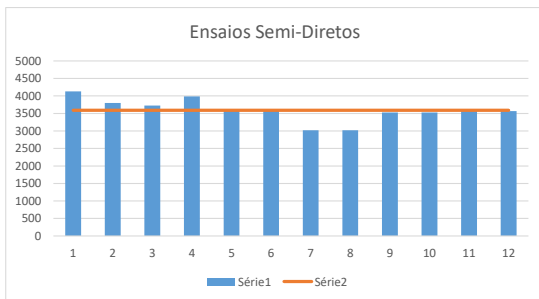
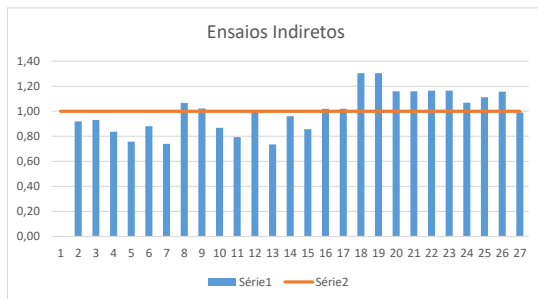
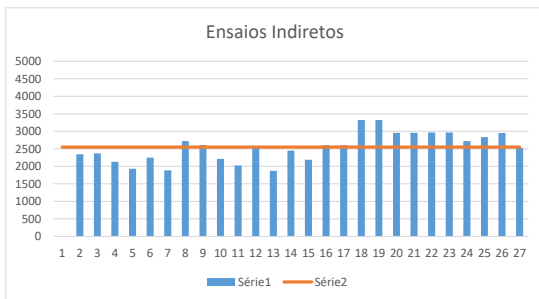
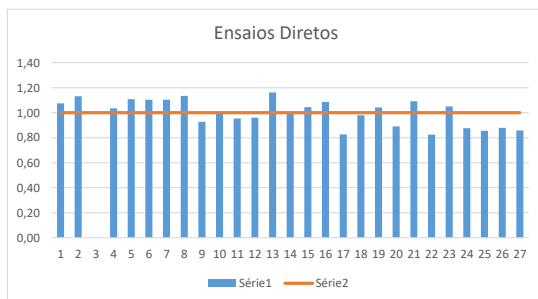
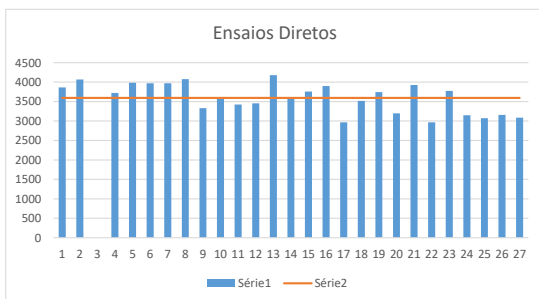
Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	2	2549	0,00	1,00
2	8	2	2344	2549	0,92
3	9	2	2372	2549	0,93
4	10	2	2131	2549	0,84
5	11	3	1932	2549	0,76
6	12	2	2246	2549	0,88
7	13	3	1885	2549	0,74
8	14	2	2719	2549	1,07
9	15	3	2608	2549	1,02
10	16	2	2212	2549	0,87
11	17	3	2024	2549	0,79
12	18	2	2568	2549	1,01
13	19	3	1874	2549	0,74
14	20	2	2449	2549	0,96
15	21	3	2186	2549	0,86
16	22	2	2600	2549	1,02
17	23	3	2600	2549	1,02
18	24	1	3324	2549	1,30
19	25	2	3324	2549	1,30
20	26	1	2956	2549	1,16
21	27	2	2956	2549	1,16
22	28	1	2969	2549	1,16
23	29	2	2969	2549	1,16
24	30	3	2723	2549	1,07
25	31	3	2835	2549	1,11
26	32	3	2950	2549	1,16
27	33	3	2525	2549	0,99

Média=	2549
DesvPad=	417
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	1874
Máximo=	3324

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	20	1	4130	3591	1,15
2	21	1	3800	3591	1,06
3	22	1	3727	3591	1,04
4	27	1	3985	3591	1,11
5	23	1	3607	3591	1,00
6	24	2	3607	3591	1,00
7	25	1	3018	3591	0,84
8	26	2	3018	3591	0,84
9	27	1	3530	3591	0,98
10	28	2	3530	3591	0,98
11	29	1	3568	3591	0,99
12	30	2	3568	3591	0,99

Média=	3591
DesvPad=	327
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	3018
Máximo=	4130



BLOCO DE GRANITO - 2º Critério (a)

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade		
1	1	3000	3396	0,88 1,00
2	2	4000	3396	1,18 1,00
3	3	2400	3396	0,71 1,00
4	4	2938	3396	0,87 1,00
5	5	3917	3396	1,15 1,00
6	6	3917	3396	1,15 1,00
7	7	3615	3396	1,06 1,00
8	8	2701	3396	0,80 1,00
9	9	3615	3396	1,06 1,00
10	10	2866	3396	0,84 1,00
11	11	3730	3396	1,10 1,00
12	12	3917	3396	1,15 1,00
13	13	3456	3396	1,02 1,00
14	14	2938	3396	0,87 1,00
15	15	3917	3396	1,15 1,00
16	16	3917	3396	1,15 1,00
17	17	3676	3396	1,08 1,00
18	18	4237	3396	1,25 1,00
19	19	3125	3396	0,92 1,00
20	20	3264	3396	0,96 1,00
21	21	2938	3396	0,87 1,00
22	22	2937	3396	0,87 1,00
23	23	3357	3396	0,99 1,00
24	24	3053	3396	0,90 1,00
25	25	3346	3396	0,99 1,00
26	26	3625	3396	1,07 1,00
27	27	3283	3396	0,97 1,00

Média=	3396	
DesvPad=	470	941
Coef.Var.=	0,14	
Mínimo=	2400	2455
Máximo=	4237	4336

Ensaio Indiretos

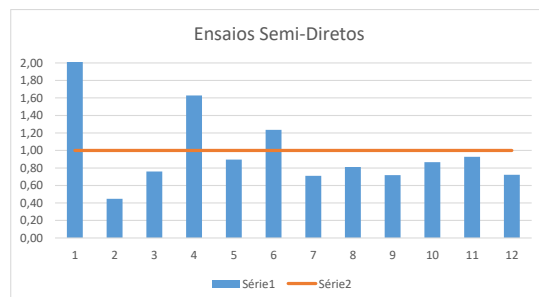
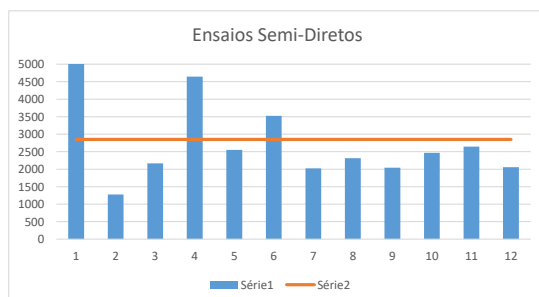
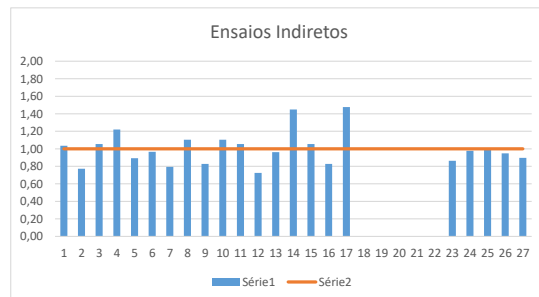
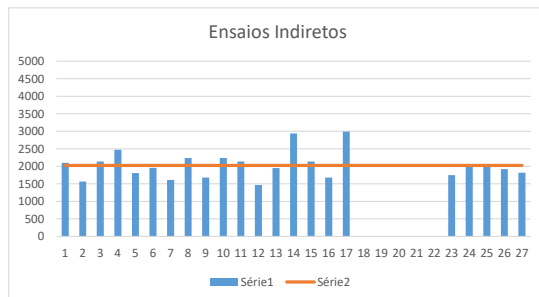
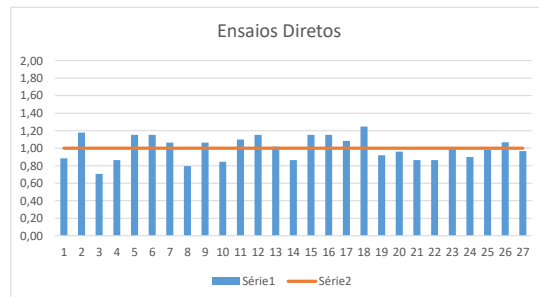
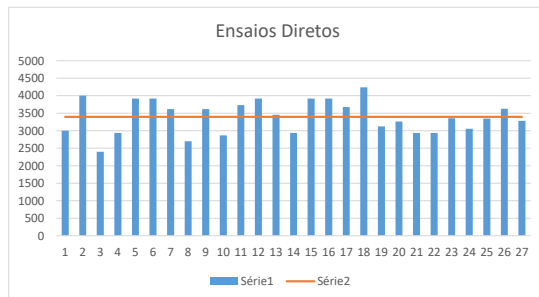
Ensaio	AC	Velocidade		
1	7	2098	2026	1,04 1,00
2	8	1567	2026	0,77 1,00
3	9	2136	2026	1,05 1,00
4	10	2474	2026	1,22 1,00
5	11	1808	2026	0,89 1,00
6	12	1958	2026	0,97 1,00
7	13	1610	2026	0,79 1,00
8	14	2238	2026	1,10 1,00
9	15	1679	2026	0,83 1,00
10	16	2238	2026	1,10 1,00
11	17	2136	2026	1,05 1,00
12	18	1469	2026	0,72 1,00
13	19	1950	2026	0,96 1,00
14	20	2937	2026	1,45 1,00
15	21	2136	2026	1,05 1,00
16	22	1679	2026	0,83 1,00
17	23	2994	2026	1,48 1,00
18	24	1750	2026	0,86 1,00
19	25	1980	2026	0,98 1,00
20	26	2000	2026	0,99 1,00
21	27	1923	2026	0,95 1,00
22	28	1818	2026	0,90 1,00

Média=	2026	
DesvPad=	392	784
Coef.Var.=	0,19	
Mínimo=	1469	1242
Máximo=	2994	2810

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade		
1	20	6500	2850	2,28 1,00
2	21	1275	2850	0,45 1,00
3	22	2167	2850	0,76 1,00
4	27	4643	2850	1,63 1,00
5	23	2552	2850	0,90 1,00
6	24	3524	2850	1,24 1,00
7	25	2022	2850	0,71 1,00
8	26	2313	2850	0,81 1,00
9	27	2044	2850	0,72 1,00
10	28	2467	2850	0,87 1,00
11	29	2643	2850	0,93 1,00
12	30	2056	2850	0,72 1,00

Média=	2850	
DesvPad=	1429	2859
Coef.Var.=	0,50	
Mínimo=	1275	-8
Máximo=	6500	5709



BLOCO DE GRANITO - 2º Critério (a) (Refinado)

Ensaio Diretos

	Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	1	3000	3434	0,87	1,00
2	2	1	4000	3434	1,16	1,00
3	3	1		3434	0,00	1,00
4	4	1	2938	3434	0,86	1,00
5	5	1	3917	3434	1,14	1,00
6	6	1	3917	3434	1,14	1,00
7	7	1	3615	3434	1,05	1,00
8	8	1	2701	3434	0,79	1,00
9	9	1	3615	3434	1,05	1,00
10	10	1	2866	3434	0,83	1,00
11	11	1	3730	3434	1,09	1,00
12	12	1	3917	3434	1,14	1,00
13	13	1	3456	3434	1,01	1,00
14	14	1	2938	3434	0,86	1,00
15	15	1	3917	3434	1,14	1,00
16	16	1	3917	3434	1,14	1,00
17	17	3	3676	3434	1,07	1,00
18	18	3	4237	3434	1,23	1,00
19	19	3	3125	3434	0,91	1,00
20	20	2	3264	3434	0,95	1,00
21	21	2	2938	3434	0,86	1,00
22	22	2	2937	3434	0,86	1,00
23	27	2	3357	3434	0,98	1,00
24	23	3	3053	3434	0,89	1,00
25	24	3	3346	3434	0,97	1,00
26	25	3	3625	3434	1,06	1,00
27	26	3	3283	3434	0,96	1,00

Média=	3434
DesvPad=	435
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	2701
Máximo=	4237

Ensaio Indiretos

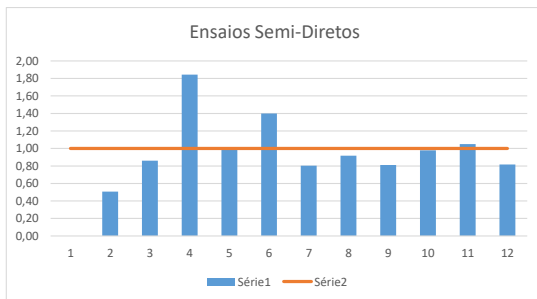
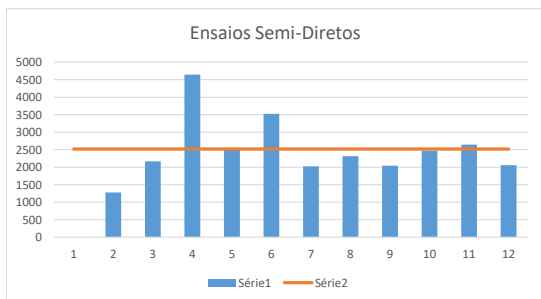
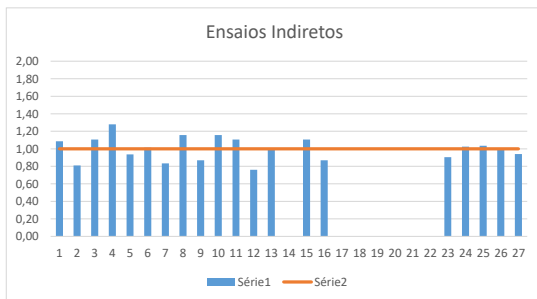
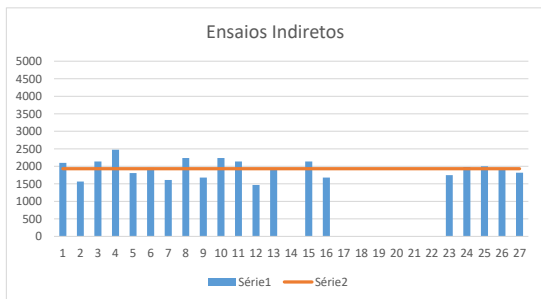
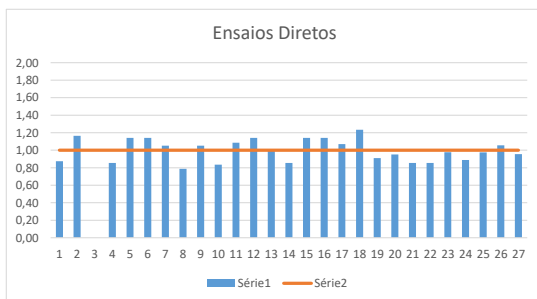
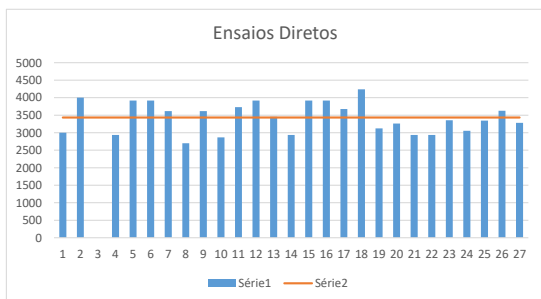
	Ensaio	AC	Velocidade		
1	7	2	2098	1932	1,09 1,00
2	8	2	1567	1932	0,81 1,00
3	9	2	2136	1932	1,11 1,00
4	10	2	2474	1932	1,28 1,00
5		3	1808	1932	0,94 1,00
6	11	2	1958	1932	1,01 1,00
7		3	1610	1932	0,83 1,00
8	12	2	2238	1932	1,16 1,00
9		3	1679	1932	0,87 1,00
10	13	2	2238	1932	1,16 1,00
11		3	2136	1932	1,11 1,00
12	14	2	1469	1932	0,76 1,00
13		3	1950	1932	1,01 1,00
14	15	2		1932	0,00 1,00
15		3	2136	1932	1,11 1,00
16	16	2	1679	1932	0,87 1,00
17		3		1932	0,00 1,00
18	17	1		1932	0,00 1,00
19		2		1932	0,00 1,00
20	18	1		1932	0,00 1,00
21		2		1932	0,00 1,00
22	19	1		1932	0,00 1,00
23		2	1750	1932	0,91 1,00
24	20	3	1980	1932	1,02 1,00
25	21	3	2000	1932	1,04 1,00
26	22	3	1923	1932	1,00 1,00
27	27	3	1818	1932	0,94 1,00

Média=	1932
DesvPad=	260
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	1469
Máximo=	2474

Ensaio Semi-Diretos

	Ensaio	AC	Velocidade			
1	20	1		2518	0,00	1,00
2	21	1	1275	2518	0,51	1,00
3	22	1	2167	2518	0,86	1,00
4	27	1	4643	2518	1,84	1,00
5	23	1	2552	2518	1,01	1,00
6		2	3524	2518	1,40	1,00
7	24	1	2022	2518	0,80	1,00
8		2	2313	2518	0,92	1,00
9	25	1	2044	2518	0,81	1,00
10		2	2467	2518	0,98	1,00
11	26	1	2643	2518	1,05	1,00
12		2	2056	2518	0,82	1,00

Média=	2518
DesvPad=	891
Coef.Var.=	0,35
Mínimo=	1275
Máximo=	4643



BLOCO DE GRANITO - 2º Critério (b)

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	4000	3622	1,10	1,00
2	2	1	3622	0,00	1,00
3	3	1	3622	0,00	1,00
4	4	1	5875	3622	1,62 1,00
5	5	1	2937	3622	0,81 1,00
6	6	1	3917	3622	1,08 1,00
7	7	1	1	3622	0,00 1,00
8	8	1	5875	3622	1,62 1,00
9	9	1	3917	3622	1,08 1,00
10	10	1	2937	3622	0,81 1,00
11	11	1	2937	3622	0,81 1,00
12	12	1	2937	3622	0,81 1,00
13	13	1	2937	3622	0,81 1,00
14	14	1	2938	3622	0,81 1,00
15	15	1	2938	3622	0,81 1,00
16	16	1	3917	3622	1,08 1,00
17	17	3	4167	3622	1,15 1,00
18	18	3	1	3622	0,00 1,00
19	19	3	4167	3622	1,15 1,00
20	20	2	1958	3622	0,54 1,00
21	21	2	2937	3622	0,81 1,00
22	22	2	5875	3622	1,62 1,00
23	27	2	3917	3622	1,08 1,00
24	23	3	3107	3622	0,86 1,00
25	24	3	2900	3622	0,80 1,00
26	25	3	3107	3622	0,86 1,00
27	26	3	3107	3622	0,86 1,00

Média=	3622	
DesvPad=	1048	2095
Coef.Var.=	0,29	
Mínimo=	1958	1527
Máximo=	5875	5717

Ensaio Indiretos

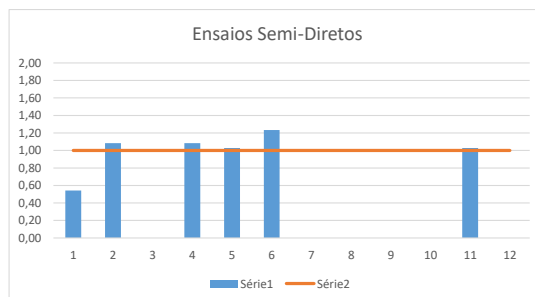
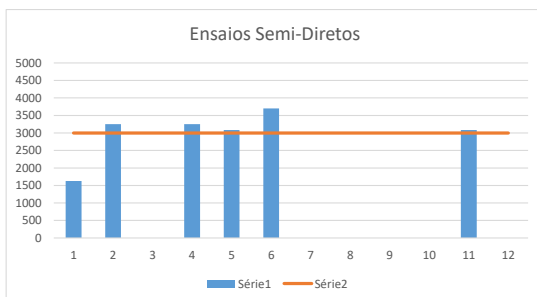
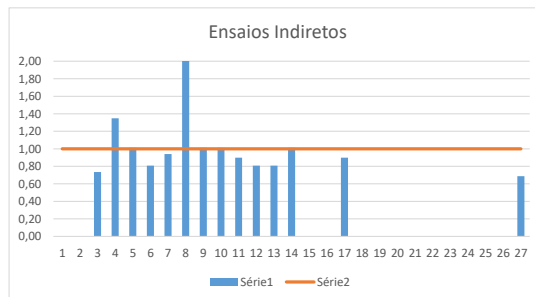
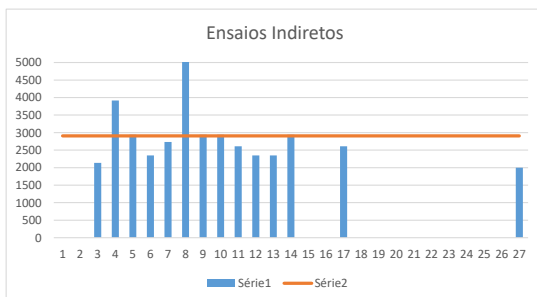
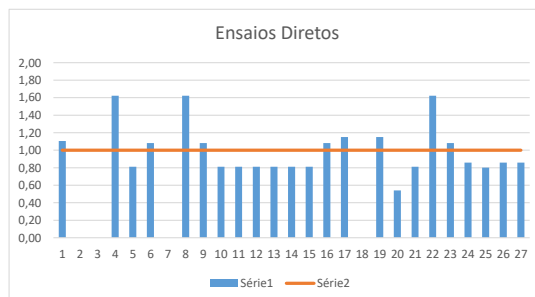
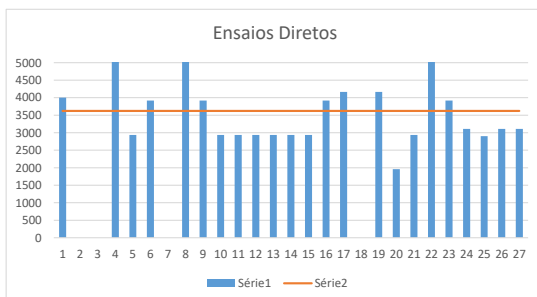
Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	2	2906	0,00	1,00
2	8	2	2906	0,00	1,00
3	9	2	2136	2906	0,74 1,00
4	2	2	3917	2906	1,35 1,00
5	10	3	2937	2906	1,01 1,00
6	11	2	2350	2906	0,81 1,00
7	3	3	2733	2906	0,94 1,00
8	12	2	5875	2906	2,02 1,00
9	3	3	2937	2906	1,01 1,00
10	2	2	2937	2906	1,01 1,00
11	13	3	2611	2906	0,90 1,00
12	14	2	2350	2906	0,81 1,00
13	3	3	2350	2906	0,81 1,00
14	15	2	2938	2906	1,01 1,00
15	3	3	1	2906	0,00 1,00
16	16	2	1	2906	0,00 1,00
17	3	3	2611	2906	0,90 1,00
18	17	1	1	2906	0,00 1,00
19	3	2	1	2906	0,00 1,00
20	18	1	1	2906	0,00 1,00
21	2	2	1	2906	0,00 1,00
22	19	1	1	2906	0,00 1,00
23	2	2	1	2906	0,00 1,00
24	20	3	1	2906	0,00 1,00
25	21	3	1	2906	0,00 1,00
26	22	3	1	2906	0,00 1,00
27	27	3	2000	2906	0,69 1,00

Média=	2906	
DesvPad=	976	1952
Coef.Var.=	0,34	
Mínimo=	2000	954
Máximo=	5875	4858

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	20	1	1625	2999	0,54 1,00
2	21	1	3250	2999	1,08 1,00
3	22	1	1	2999	0,00 1,00
4	27	1	3250	2999	1,08 1,00
5	23	1	3083	2999	1,03 1,00
6	2	2	3700	2999	1,23 1,00
7	1	1	1	2999	0,00 1,00
8	24	2	1	2999	0,00 1,00
9	25	1	1	2999	0,00 1,00
10	2	2	1	2999	0,00 1,00
11	26	1	3083	2999	1,03 1,00
12	2	2	1	2999	0,00 1,00

Média=	2999	
DesvPad=	710	1420
Coef.Var.=	0,24	
Mínimo=	1625	1579
Máximo=	3700	4418



BLOCO DE GRANITO - 2º Critério (b) (Refinado)

Ensaio Direto

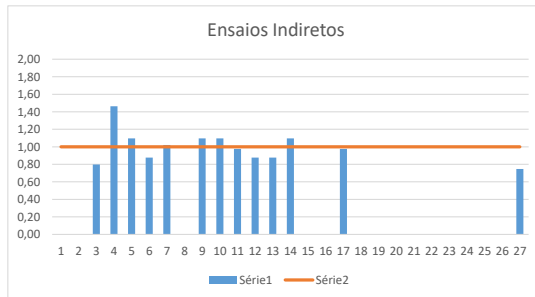
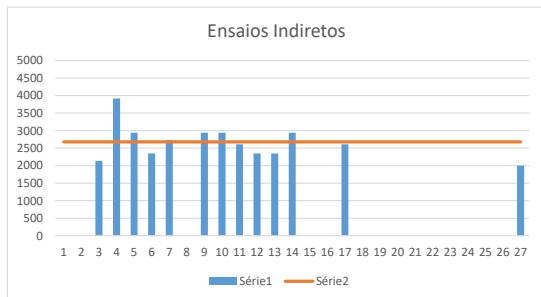
Média=	3284
DesvPad=	591
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	1958
Máximo=	4167

Ensaio Indireto

Média=	2678
DesvPad=	491
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	2000
Máximo=	3917

Ensaio Semi-Direto

Média=	2999
DesvPad=	710
Coef.Var.=	0,24
Mínimo=	1625
Máximo=	3700



BLOCO DE GRANITO - 3º Critério

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade		
1	1	3529	3299	1,07 1,00
2	2	2000	3299	0,61 1,00
3	3	2400	3299	0,73 1,00
4	4	3456	3299	1,05 1,00
5	5	3507	3299	1,06 1,00
6	6	3790	3299	1,15 1,00
7	7	1068	3299	0,32 1,00
8	8	3983	3299	1,21 1,00
9	9	3456	3299	1,05 1,00
10	10	3219	3299	0,98 1,00
11	11	3310	3299	1,00 1,00
12	12	3052	3299	0,93 1,00
13	13	3615	3299	1,10 1,00
14	14	3013	3299	0,91 1,00
15	15	3790	3299	1,15 1,00
16	16	3615	3299	1,10 1,00
17	17	3788	3299	1,15 1,00
18	18	4237	3299	1,28 1,00
19	19	4167	3299	1,26 1,00
20	20	3456	3299	1,05 1,00
21	21	3310	3299	1,00 1,00
22	22	3013	3299	0,91 1,00
23	23	3790	3299	1,15 1,00
24	24	3107	3299	0,94 1,00
25	25	3129	3299	0,95 1,00
26	26	3152	3299	0,96 1,00
27	27	3118	3299	0,95 1,00

Média=	3299	
DesvPad=	658	1316
Coef.Var.=	0,20	
Mínimo=	1068	1983
Máximo=	4237	4615

Ensaio Indiretos

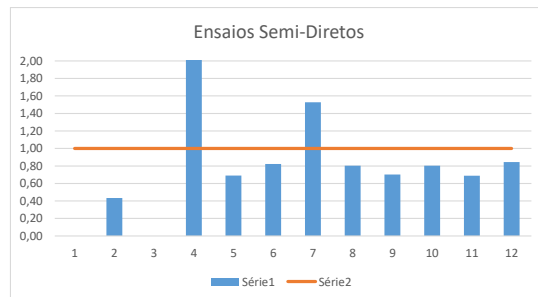
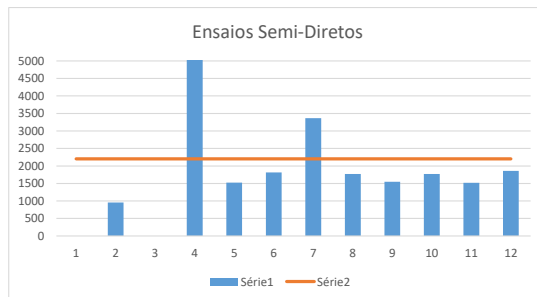
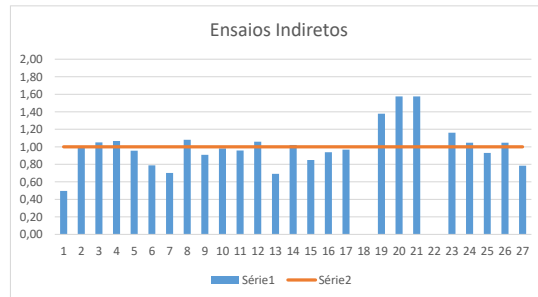
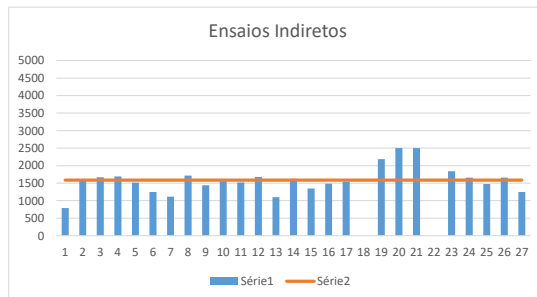
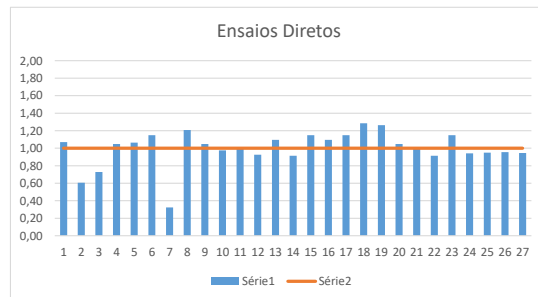
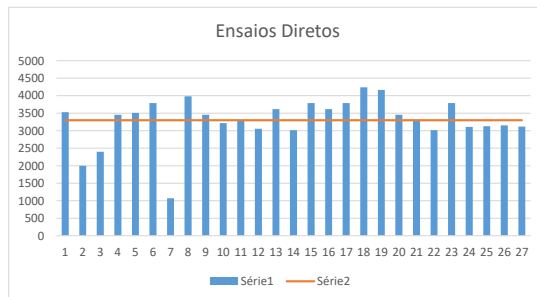
Ensaio	AC	Velocidade		
1	7	789	1587	0,50 1,00
2	8	1567	1587	0,99 1,00
3	9	1667	1587	1,05 1,00
4	10	1691	1587	1,07 1,00
5	11	1516	1587	0,96 1,00
6	12	1250	1587	0,79 1,00
7	13	1114	1587	0,70 1,00
8	14	1715	1587	1,08 1,00
9	15	1442	1587	0,91 1,00
10	16	1556	1587	0,98 1,00
11	17	1521	1587	0,96 1,00
12	18	1679	1587	1,06 1,00
13	19	1098	1587	0,69 1,00
14	20	1621	1587	1,02 1,00
15	21	1347	1587	0,85 1,00
16	22	1487	1587	0,94 1,00
17	23	1536	1587	0,97 1,00
18	24	2188	1587	1,38 1,00
19	25	2500	1587	1,58 1,00
20	26	2500	1587	1,58 1,00
21	27	1842	1587	1,16 1,00
22	28	1660	1587	1,05 1,00
23	29	1476	1587	0,93 1,00
24	30	1660	1587	1,05 1,00
25	31	1246	1587	0,79 1,00

Média=	1587	
DesvPad=	387	774
Coef.Var.=	0,24	
Mínimo=	789	813
Máximo=	2500	2360

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade		
1	20	1	2203	0,00 1,00
2	21	1	2203	0,43 1,00
3	22	1	2203	0,00 1,00
4	23	1	2203	2,68 1,00
5	24	1	2203	0,69 1,00
6	25	1	2203	0,82 1,00
7	26	1	2203	1,53 1,00
8	27	1	2203	0,80 1,00
9	28	1	2203	0,70 1,00
10	29	1	2203	0,80 1,00
11	30	1	2203	0,69 1,00
12	31	1	2203	0,84 1,00

Média=	2203	
DesvPad=	1439	2879
Coef.Var.=	0,65	
Mínimo=	956	-676
Máximo=	5909	5082



BLOCO DE GRANITO - 3º Critério (Refinado)

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	3529	3385	1,04	1,00
2	2	2000	3385	0,59	1,00
3	3	2400	3385	0,71	1,00
4	4	3456	3385	1,02	1,00
5	5	3507	3385	1,04	1,00
6	6	3790	3385	1,12	1,00
7	7	1	3385	0,00	1,00
8	8	3983	3385	1,18	1,00
9	9	3456	3385	1,02	1,00
10	10	3219	3385	0,95	1,00
11	11	3310	3385	0,98	1,00
12	12	3052	3385	0,90	1,00
13	13	3615	3385	1,07	1,00
14	14	3013	3385	0,89	1,00
15	15	3790	3385	1,12	1,00
16	16	3615	3385	1,07	1,00
17	17	3788	3385	1,12	1,00
18	18	4237	3385	1,25	1,00
19	19	4167	3385	1,23	1,00
20	20	3456	3385	1,02	1,00
21	21	3310	3385	0,98	1,00
22	22	3013	3385	0,89	1,00
23	23	3790	3385	1,12	1,00
24	24	3107	3385	0,92	1,00
25	25	3129	3385	0,92	1,00
26	26	3152	3385	0,93	1,00
27	27	3118	3385	0,92	1,00

Média=	3385
DesvPad=	494
Coef.Var.=	0,15
Mínimo=	2000
Máximo=	4237

Ensaio Indiretos

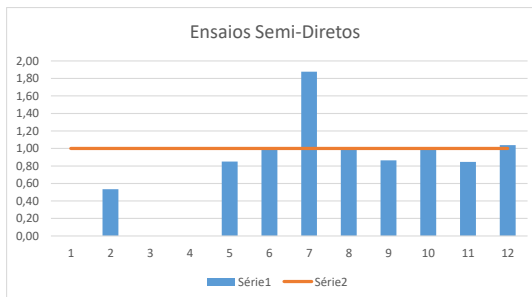
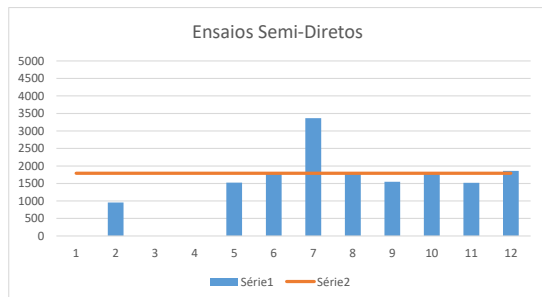
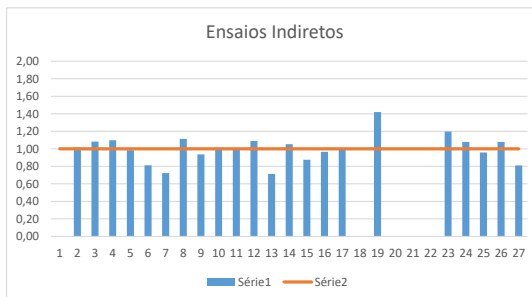
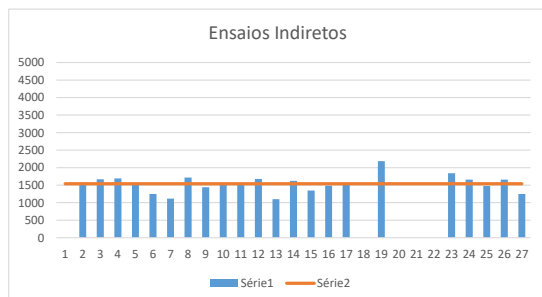
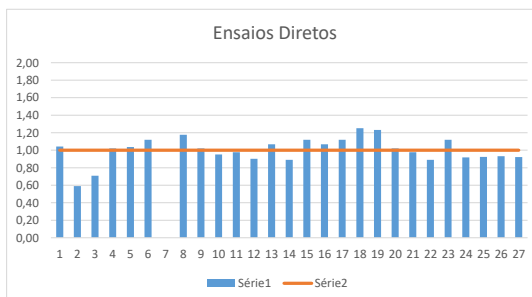
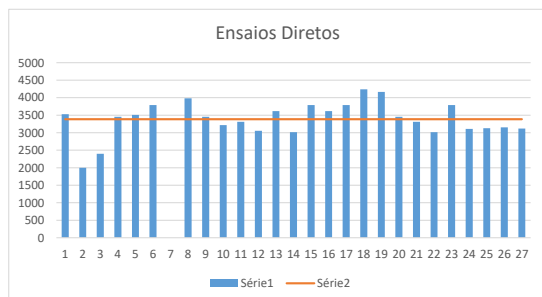
Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	2	1540	0,00	1,00
2	8	2	1567	1,02	1,00
3	9	2	1667	1,08	1,00
4	10	2	1691	1,10	1,00
5	11	3	1516	0,98	1,00
6	12	2	1250	0,81	1,00
7	13	3	1114	0,72	1,00
8	14	2	1715	1,11	1,00
9	15	3	1442	0,94	1,00
10	16	2	1556	1,01	1,00
11	17	3	1521	0,99	1,00
12	18	2	1679	1,09	1,00
13	19	3	1098	0,71	1,00
14	20	2	1621	1,05	1,00
15	21	3	1347	0,87	1,00
16	22	2	1487	0,97	1,00
17	23	3	1536	1,00	1,00
18	24	1	1540	0,00	1,00
19	25	2	2188	1,42	1,00
20	26	1	1540	0,00	1,00
21	27	2	1540	0,00	1,00
22	28	1	1540	0,00	1,00
23	29	2	1842	1,20	1,00
24	30	3	1660	1,08	1,00
25	31	3	1476	0,96	1,00
26	32	3	1660	1,08	1,00
27	33	3	1246	0,81	1,00

Média=	1540
DesvPad=	243
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	1098
Máximo=	2188

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	20	1	1791	0,00	1,00
2	21	1	956	0,53	1,00
3	22	1		0,00	1,00
4	27	1		0,00	1,00
5	23	1	1523	0,85	1,00
6	24	2	1814	1,01	1,00
7	25	1	3364	1,88	1,00
8	26	2	1770	0,99	1,00
9	27	1	1548	0,86	1,00
10	28	2	1770	0,99	1,00
11	29	1	1516	0,85	1,00
12	30	2	1859	1,04	1,00

Média=	1791
DesvPad=	650
Coef.Var.=	0,36
Mínimo=	956
Máximo=	3364



BLOCO DE GRANITO - 4º Critério

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	3221	3447	0,93	1,00
2	2	3306	3447	0,96	1,00
3	3	3561	3447	1,03	1,00
4	4	3970	3447	1,15	1,00
5	5	3338	3447	0,97	1,00
6	6	3009	3447	0,87	1,00
7	7	3264	3447	0,95	1,00
8	8	3052	3447	0,89	1,00
9	9	4519	3447	1,31	1,00
10	10	3471	3447	1,01	1,00
11	11	3660	3447	1,06	1,00
12	12	3352	3447	0,97	1,00
13	13	3305	3447	0,96	1,00
14	14	3193	3447	0,93	1,00
15	15	3923	3447	1,14	1,00
16	16	4265	3447	1,24	1,00
17	17	5208	3447	1,51	1,00
18	18	3444	3447	1,00	1,00
19	19	3912	3447	1,13	1,00
20	20	3518	3447	1,02	1,00
21	21	3088	3447	0,90	1,00
22	22	2749	3447	0,80	1,00
23	23	3142	3447	0,91	1,00
24	24	2894	3447	0,84	1,00
25	25	2871	3447	0,83	1,00
26	26	2850	3447	0,83	1,00
27	27	2985	3447	0,87	1,00

Média=	3447	
DesvPad=	561	1122
Coef.Var.=	0,16	
Mínimo=	2749	2325
Máximo=	5208	4569

Ensaio Indiretos

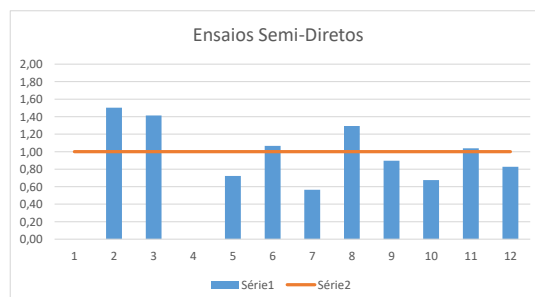
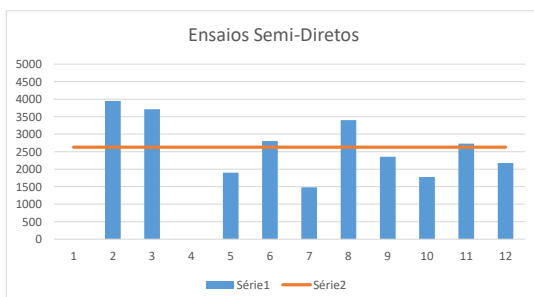
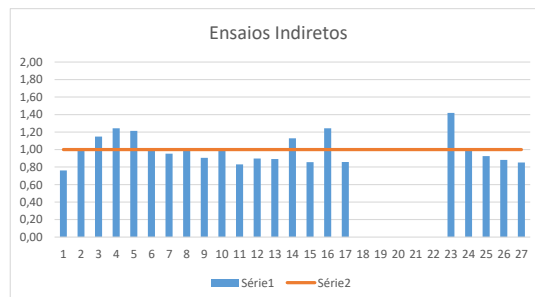
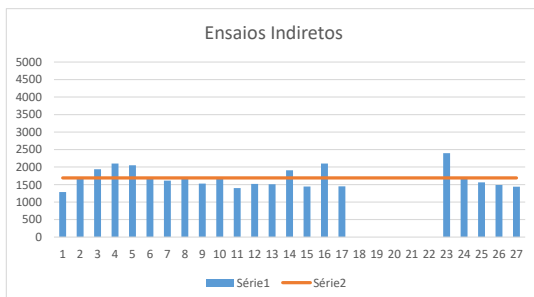
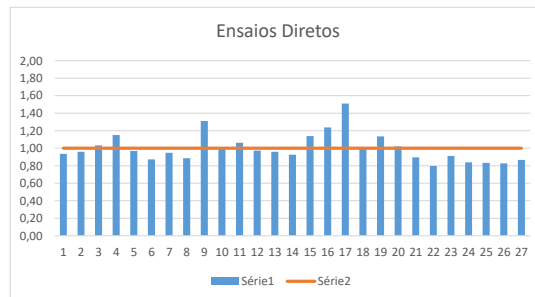
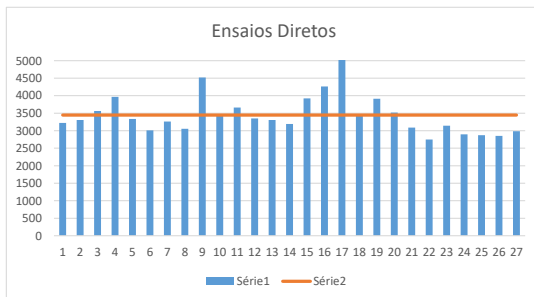
Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	2	1286	1690	0,76 1,00
2	8	2	1675	1690	0,99 1,00
3	9	2	1941	1690	1,15 1,00
4	10	2	2102	1690	1,24 1,00
5	11	3	2051	1690	1,21 1,00
6	12	2	1709	1690	1,01 1,00
7	13	3	1611	1690	0,95 1,00
8	14	2	1705	1690	1,01 1,00
9	15	3	1530	1690	0,91 1,00
10	16	2	1671	1690	0,99 1,00
11	17	3	1403	1690	0,83 1,00
12	18	2	1518	1690	0,90 1,00
13	19	3	1508	1690	0,89 1,00
14	20	2	1909	1690	1,13 1,00
15	21	3	1447	1690	0,86 1,00
16	22	2	2102	1690	1,24 1,00
17	23	3	1449	1690	0,86 1,00
18	24	1		1690	0,00 1,00
19	25	2		1690	0,00 1,00
20	26	1		1690	0,00 1,00
21	27	2		1690	0,00 1,00
22	28	3	2397	1690	1,42 1,00
23	29	2	1678	1690	0,99 1,00
24	30	3	1565	1690	0,93 1,00
25	31	2	1491	1690	0,88 1,00
26	32	3	1441	1690	0,85 1,00

Média=	1690	
DesvPad=	281	562
Coef.Var.=	0,17	
Mínimo=	1286	1129
Máximo=	2397	2252

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	20	1		2628	0,00 1,00
2	21	1	3951	2628	1,50 1,00
3	22	1	3714	2628	1,41 1,00
4	27	1		2628	0,00 1,00
5	23	1	1899	2628	0,72 1,00
6	24	2	2803	2628	1,07 1,00
7	25	1	1482	2628	0,56 1,00
8	26	2	3401	2628	1,29 1,00
9	27	1	2354	2628	0,90 1,00
10	28	2	1775	2628	0,68 1,00
11	29	1	2729	2628	1,04 1,00
12	30	2	2175	2628	0,83 1,00

Média=	2628	
DesvPad=	845	1689
Coef.Var.=	0,32	
Mínimo=	1482	939
Máximo=	3951	4318



BLOCO DE GRANITO - 4º Critério (Refinado)

Ensaio Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	3221	3379	0,95	1,00
2	2	3306	3379	0,98	1,00
3	3	3561	3379	1,05	1,00
4	4	3970	3379	1,17	1,00
5	5	3338	3379	0,99	1,00
6	6	3009	3379	0,89	1,00
7	7	3264	3379	0,97	1,00
8	8	3052	3379	0,90	1,00
9	9	4519	3379	1,34	1,00
10	10	3471	3379	1,03	1,00
11	11	3660	3379	1,08	1,00
12	12	3352	3379	0,99	1,00
13	13	3305	3379	0,98	1,00
14	14	3193	3379	0,94	1,00
15	15	3923	3379	1,16	1,00
16	16	4265	3379	1,26	1,00
17	3		3379	0,00	1,00
18	3	3444	3379	1,02	1,00
19	3	3912	3379	1,16	1,00
20	2	3518	3379	1,04	1,00
21	2	3088	3379	0,91	1,00
22	2	2749	3379	0,81	1,00
23	2	3142	3379	0,93	1,00
24	3	2894	3379	0,86	1,00
25	3	2871	3379	0,85	1,00
26	3	2850	3379	0,84	1,00
27	3	2985	3379	0,88	1,00

Média=	3379
DesvPad=	445
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	2749
Máximo=	4519

Ensaio Indiretos

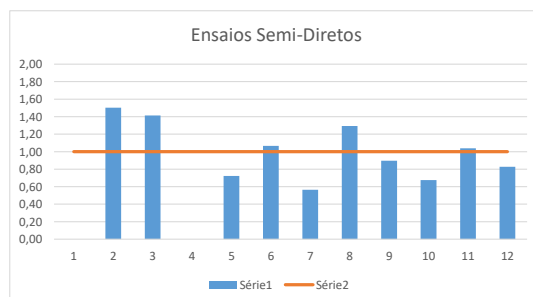
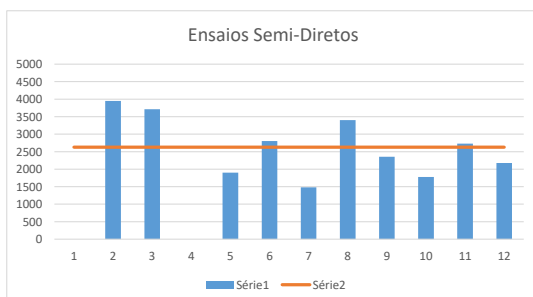
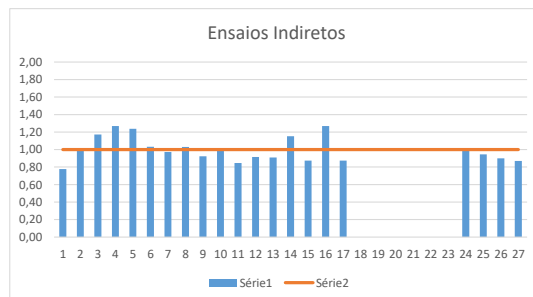
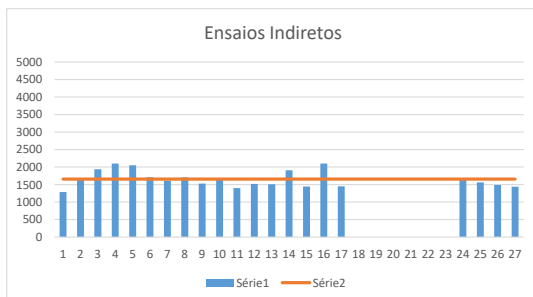
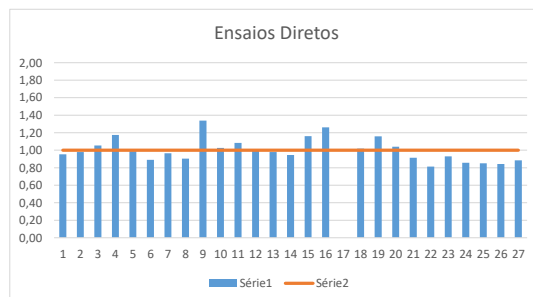
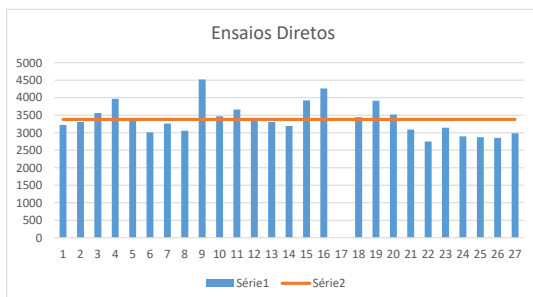
Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	2	1286	1657	0,78 1,00
2	8	2	1675	1657	1,01 1,00
3	9	2	1941	1657	1,17 1,00
4	10	2	2102	1657	1,27 1,00
5	11	3	2051	1657	1,24 1,00
6	12	2	1709	1657	1,03 1,00
7	13	3	1611	1657	0,97 1,00
8	14	2	1705	1657	1,03 1,00
9	15	3	1530	1657	0,92 1,00
10	16	2	1671	1657	1,01 1,00
11	17	3	1403	1657	0,85 1,00
12	18	2	1518	1657	0,92 1,00
13	19	3	1508	1657	0,91 1,00
14	20	2	1909	1657	1,15 1,00
15	21	3	1447	1657	0,87 1,00
16	22	2	2102	1657	1,27 1,00
17	23	3	1449	1657	0,87 1,00
18	24	1		1657	0,00 1,00
19	25	2		1657	0,00 1,00
20	26	1		1657	0,00 1,00
21	27	2		1657	0,00 1,00
22	28	3		1657	0,00 1,00
23	29	2		1657	0,00 1,00
24	30	3	1678	1657	1,01 1,00
25	31	3	1565	1657	0,94 1,00
26	32	3	1491	1657	0,90 1,00
27	33	3	1441	1657	0,87 1,00

Média=	1657
DesvPad=	238
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	1286
Máximo=	2102

Ensaio Semi-Diretos

Ensaio	AC	Velocidade			
1	20	1		2628	0,00 1,00
2	21	1	3951	2628	1,50 1,00
3	22	1	3714	2628	1,41 1,00
4	27	1		2628	0,00 1,00
5	23	1	1899	2628	0,72 1,00
6	24	2	2803	2628	1,07 1,00
7	25	1	1482	2628	0,56 1,00
8	26	2	3401	2628	1,29 1,00
9	27	1	2354	2628	0,90 1,00
10	28	2	1775	2628	0,68 1,00
11	29	1	2729	2628	1,04 1,00
12	30	2	2175	2628	0,83 1,00

Média=	2628
DesvPad=	845
Coef.Var.=	0,32
Mínimo=	1482
Máximo=	3951



ANEXO II

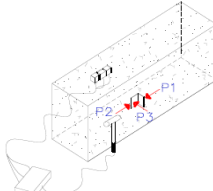
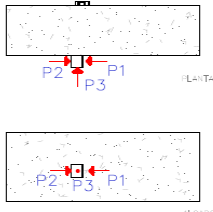
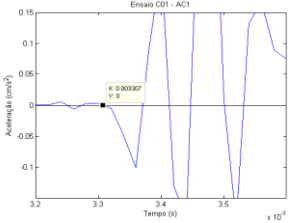
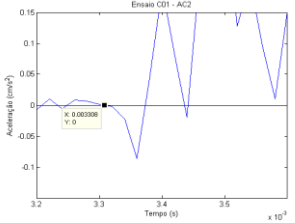
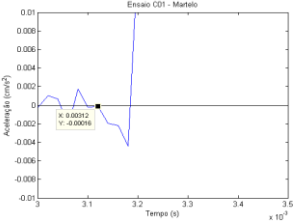


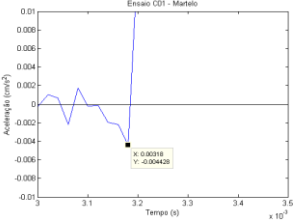
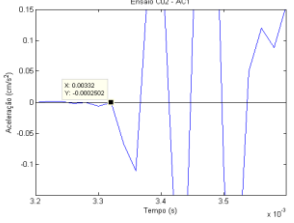
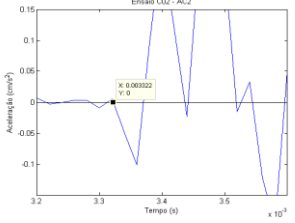
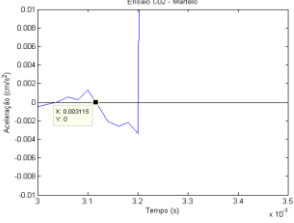


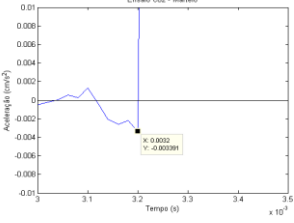
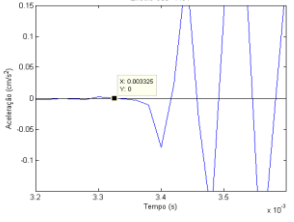
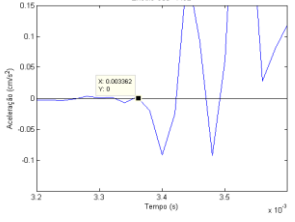
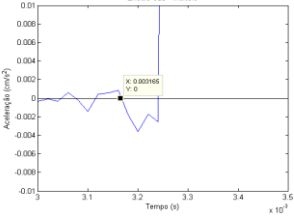


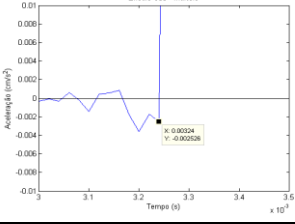
ENSAIOS SÓNICOS EM LABORATÓRIO

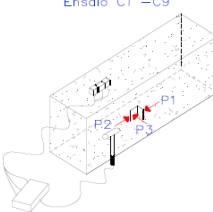

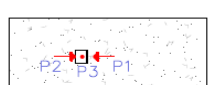
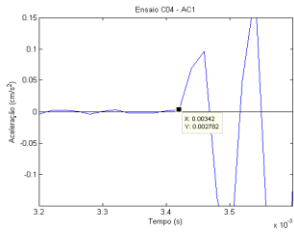
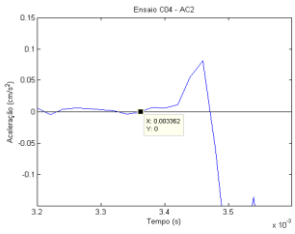
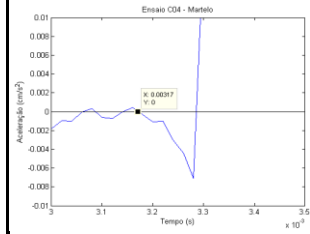


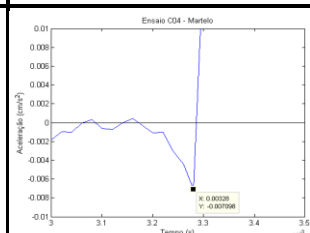
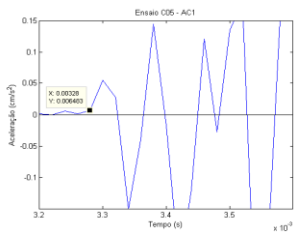
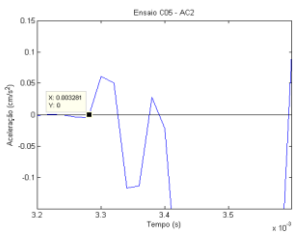
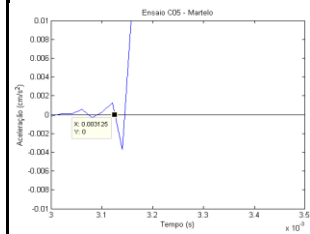


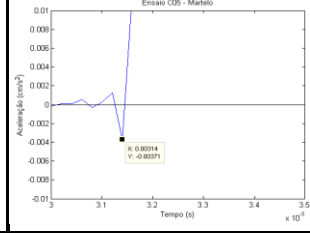
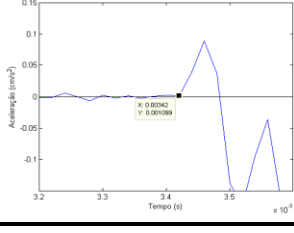
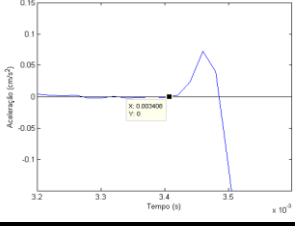
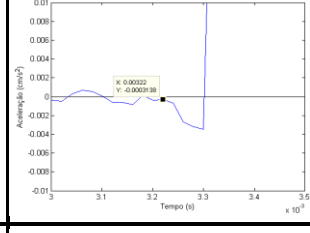


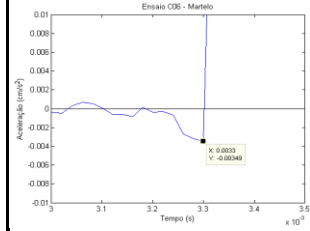
BLOCO DE GRANITO COM CHAPA

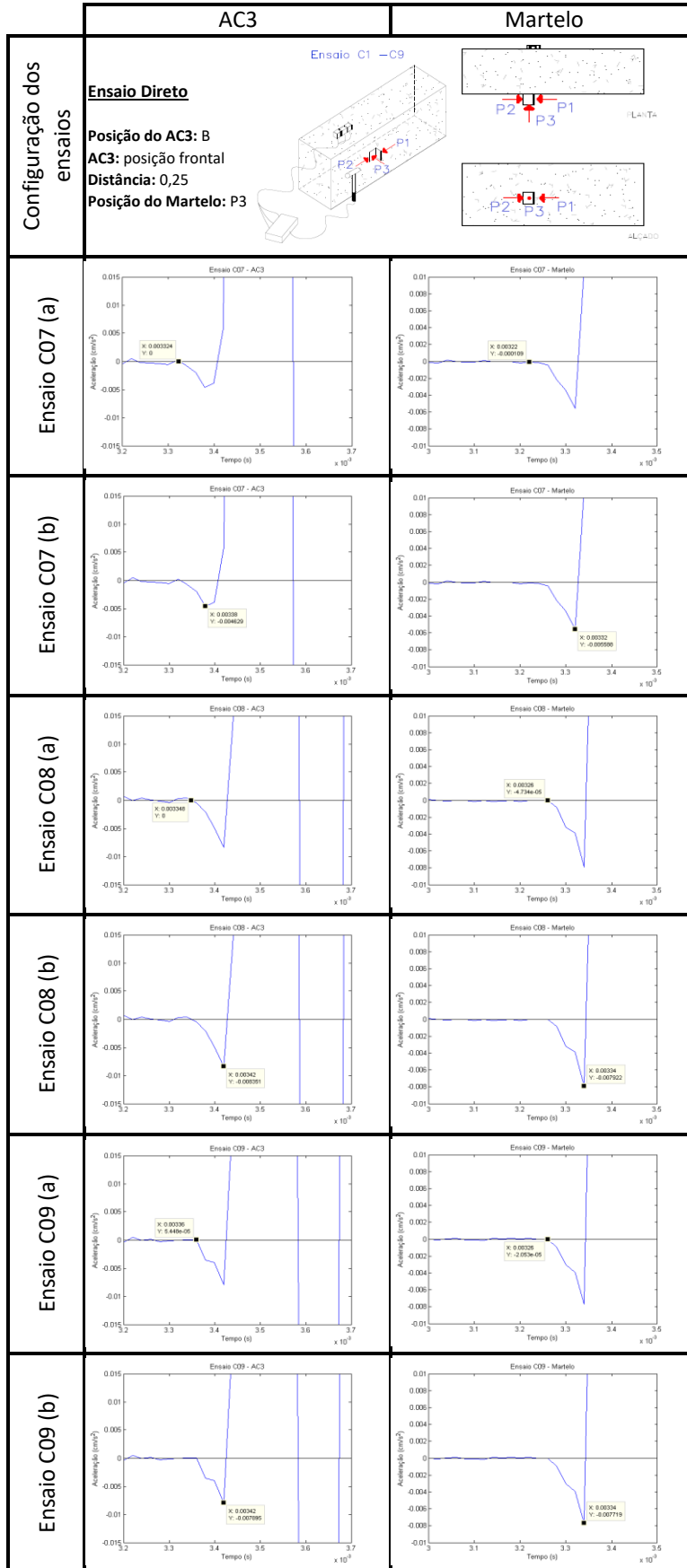
BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

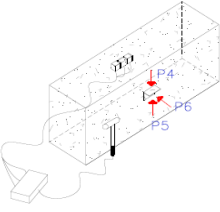
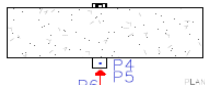
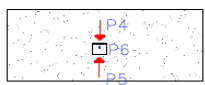
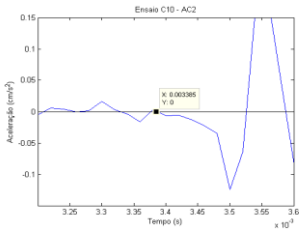
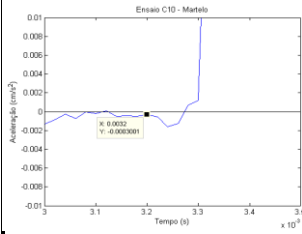

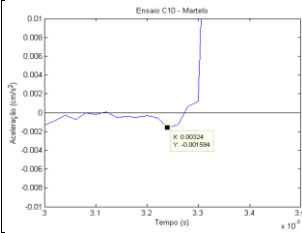
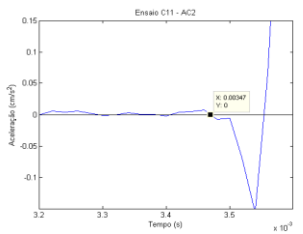
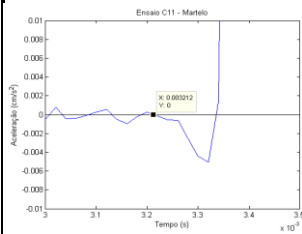

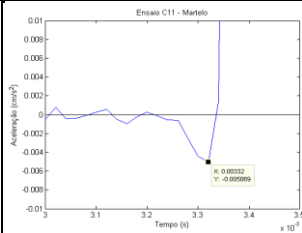
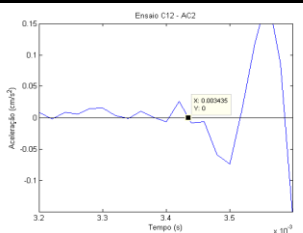
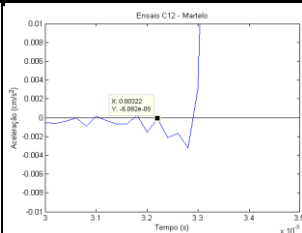

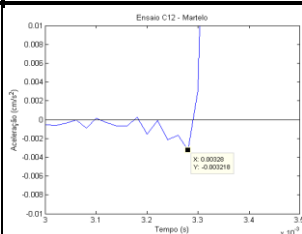
ENSAIO	TIPO	CHAPA	PANCADA			ACELARÔMETRO	TIPOS DE ONDA	DISTÂNCIA	DESENHOS				
			DESIGNAÇÃO	SENTIDO									
ENSAIO C1	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC1	LATERAL	Ondas S	0,25	<div>Ensaio C1 – C9</div> <div>Ensaio C10 – C18</div>
	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC2	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC3	FRONTAL	-	0,25	
ENSAIO C2	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC1	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC2	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC3	FRONTAL	-	0,25	
ENSAIO C3	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC1	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC2	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P1	PDE	←		AC3	FRONTAL	-	0,25	
ENSAIO C4	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC1	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC2	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC3	FRONTAL	-	0,25	
ENSAIO C5	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC1	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC2	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC3	FRONTAL	-	0,25	
ENSAIO C6	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC1	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC2	LATERAL	Ondas S	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P2	PED	→		AC3	FRONTAL	-	0,25	
ENSAIO C7	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC1	LATERAL	-	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC2	LATERAL	-	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC3	FRONTAL	Ondas P	0,25	
ENSAIO C8	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC1	LATERAL	-	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC2	LATERAL	-	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC3	FRONTAL	Ondas P	0,25	
ENSAIO C9	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC1	LATERAL	-	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC2	LATERAL	-	0,25	
	DIRETO		CHAPA (A)		P3	PF	●		AC3	FRONTAL	Ondas P	0,25	
ENSAIO C10	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC1	LATERAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC2	HORIZONTAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC3	FRONTAL	-	0,26	
ENSAIO C11	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC1	LATERAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC2	HORIZONTAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC3	FRONTAL	-	0,26	
ENSAIO C12	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC1	LATERAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC2	HORIZONTAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P4	PCB	↓		AC3	FRONTAL	-	0,26	
ENSAIO C13	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC1	LATERAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC2	HORIZONTAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC3	FRONTAL	-	0,26	
ENSAIO C14	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC1	LATERAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC2	HORIZONTAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC3	FRONTAL	-	0,26	
ENSAIO C15	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC1	LATERAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC2	HORIZONTAL	Ondas S	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P5	PBC	↑		AC3	FRONTAL	-	0,26	
ENSAIO C16	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF	●		AC1	LATERAL	-	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF	●		AC2	HORIZONTAL	-	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF	●		AC3	FRONTAL	Ondas P	0,26	
ENSAIO C17	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF	●		AC1	LATERAL	-	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF	●		AC2	HORIZONTAL	-	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF	●		AC3	FRONTAL	Ondas P	0,26	

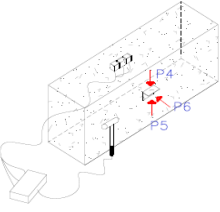
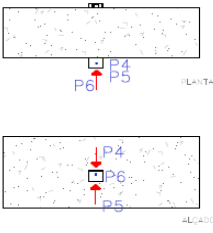
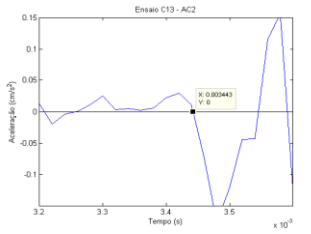
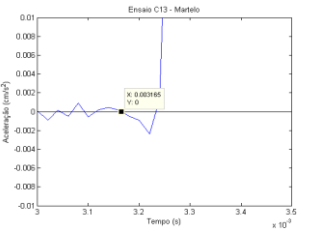

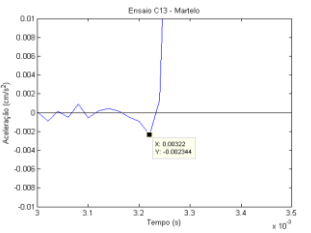
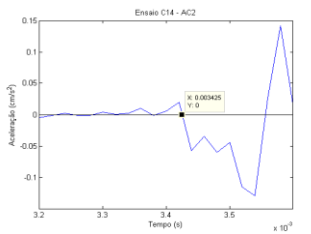
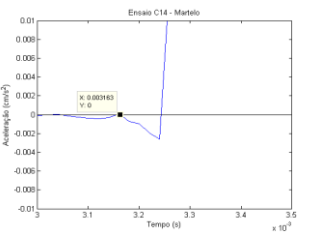

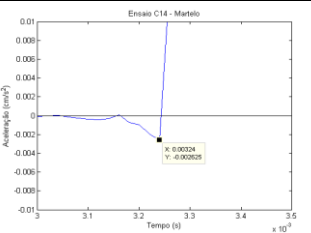
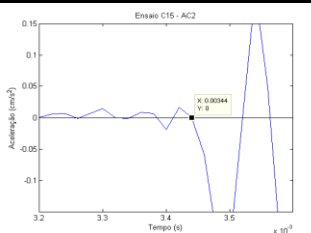
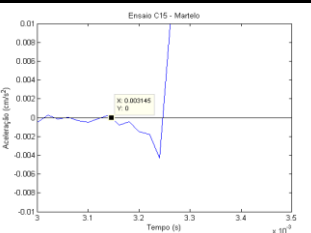

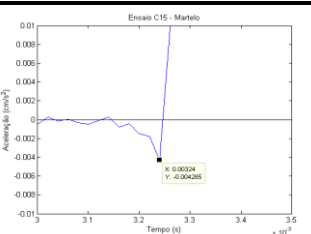
ENSAIO C18	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF			AC1	LATERAL	-	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF			AC2	HORIZONTAL	-	0,26	
	DIRETO		CHAPA (B)		P6	PF			AC3	FRONTAL	Ondas P	0,26	
ENSAIO C19	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC1	LATERAL	Ondas S	0,46	
ENSAIO C20	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC2	LATERAL	Ondas S	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC3	FRONTAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC1	LATERAL	Ondas S	0,46	
ENSAIO C21	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC2	LATERAL	Ondas S	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC3	FRONTAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P7	PFT			AC1	LATERAL	Ondas S	0,46	
ENSAIO C22	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC2	LATERAL	Ondas S	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC3	FRONTAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC1	LATERAL	Ondas S	0,46	
ENSAIO C23	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC2	LATERAL	Ondas S	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC3	FRONTAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC1	LATERAL	Ondas S	0,46	
ENSAIO C24	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC2	LATERAL	Ondas S	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC3	FRONTAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P8	PTF			AC1	LATERAL	Ondas S	0,46	
ENSAIO C25	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC2	LATERAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC3	FRONTAL	Ondas P	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC1	LATERAL	-	0,46	
ENSAIO C26	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC2	LATERAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC3	FRONTAL	Ondas P	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC1	LATERAL	-	0,46	
ENSAIO C27	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC2	LATERAL	-	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC3	FRONTAL	Ondas P	0,46	
	INDIRETO		CHAPA (C)		P9	PCB			AC1	LATERAL	-	0,46	

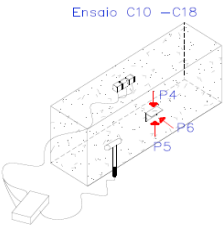
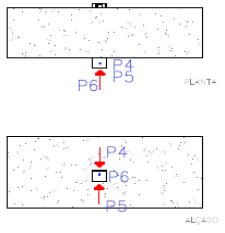
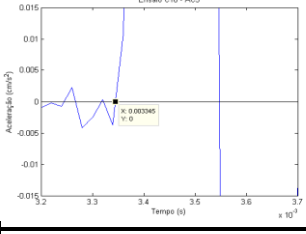
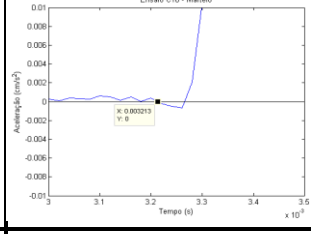

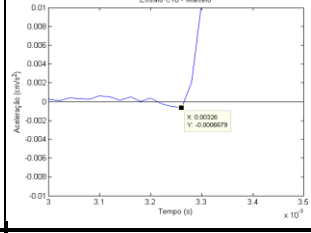
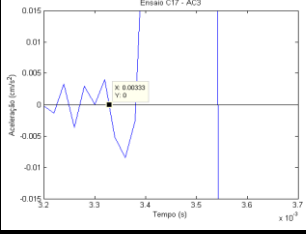
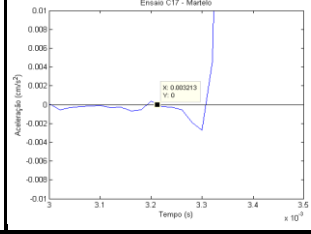
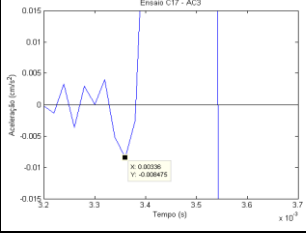
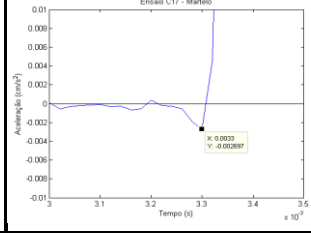
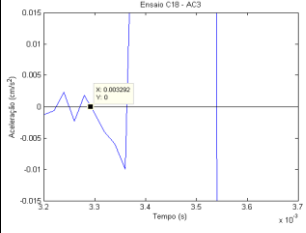
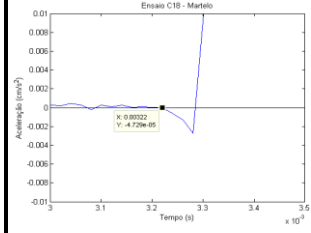
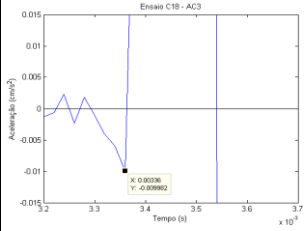
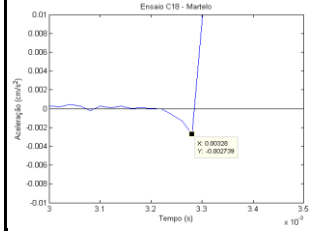
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: B AC2: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio C1 - C9</p>  		
Ensaio C01 (a)			
Ensaio C01 (b)			
Ensaio C02 (a)			
Ensaio C02 (b)			
Ensaio C03 (a)			
Ensaio C03 (b)			

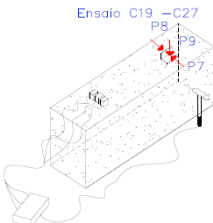
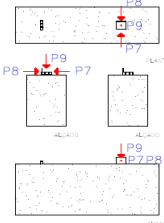
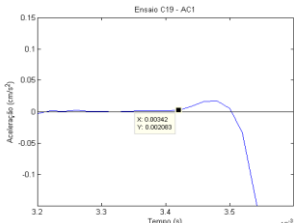
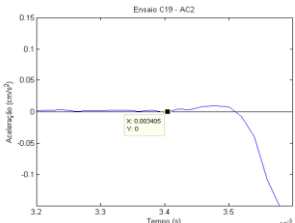
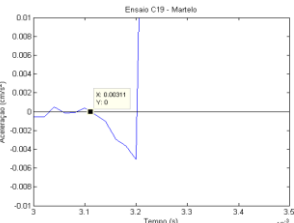
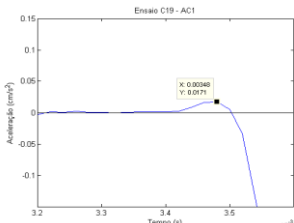
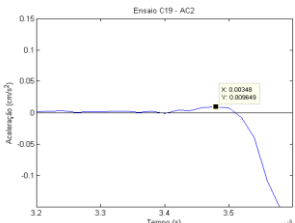
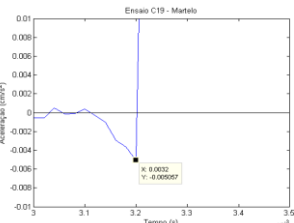
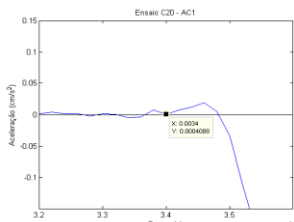
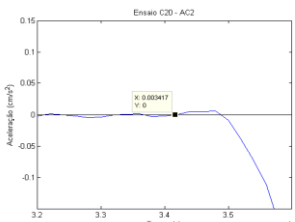
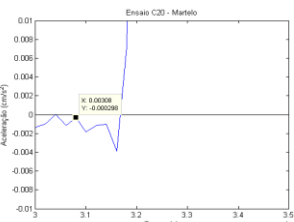
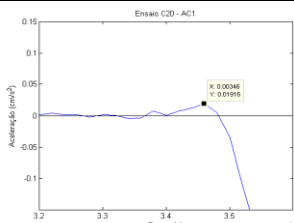
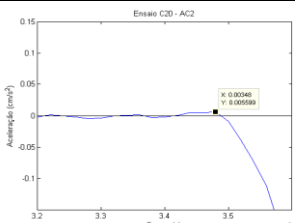
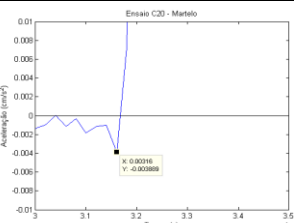
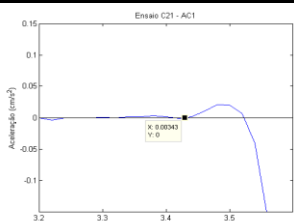
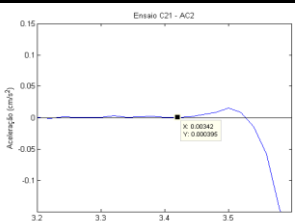
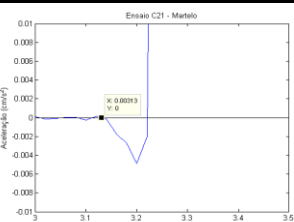
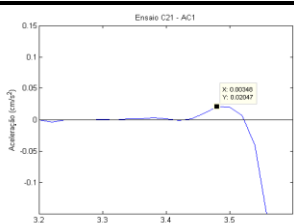
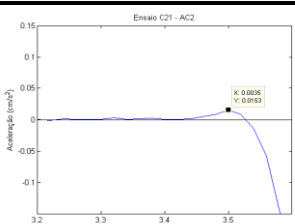
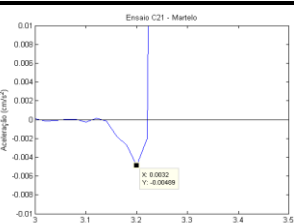
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div> <div> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B</p> <p>AC1: posição lateral</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: P2</p> </div> <div> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: B</p> <p>AC2: posição lateral</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: P2</p> </div> </div> <div> <p>Ensaio C1 - C9</p>  </div> <div>   </div>		
Ensaio C04 (a)			
Ensaio C04 (b)			
Ensaio C05 (a)			
Ensaio C05 (b)			
Ensaio C06 (a)			
Ensaio C06 (b)			

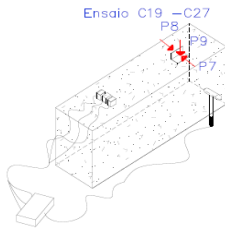
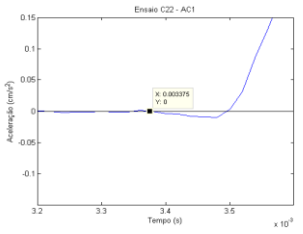
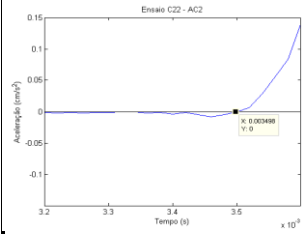
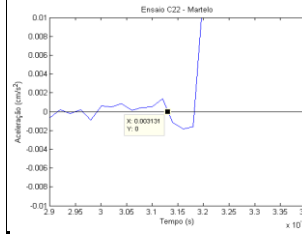
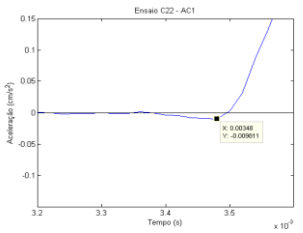

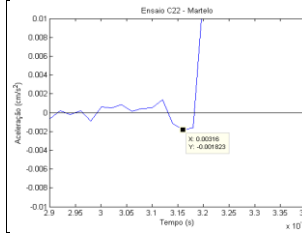
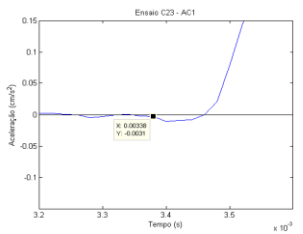
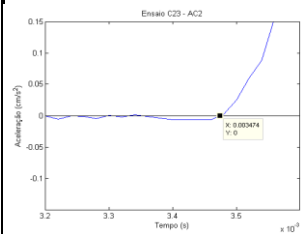
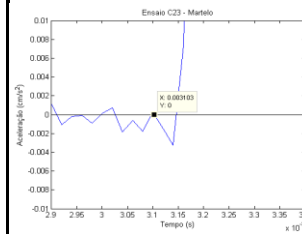
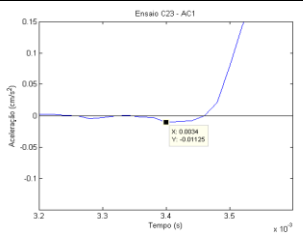

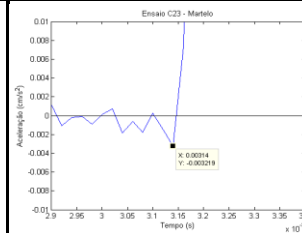
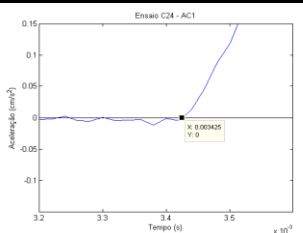
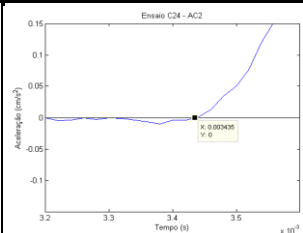
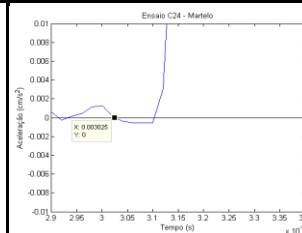


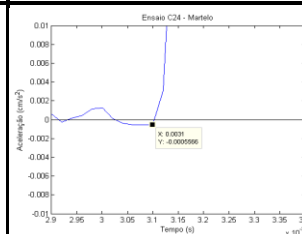


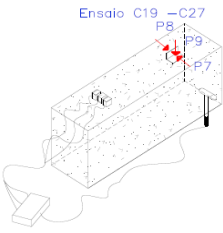
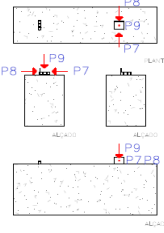
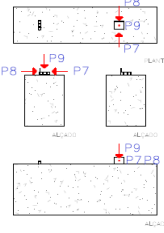
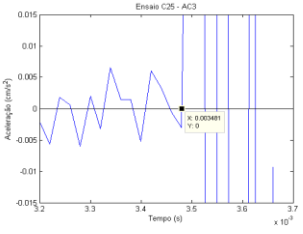
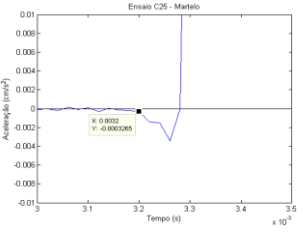

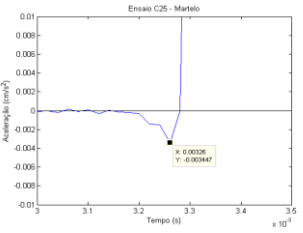
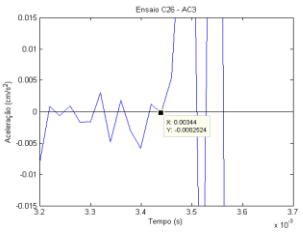
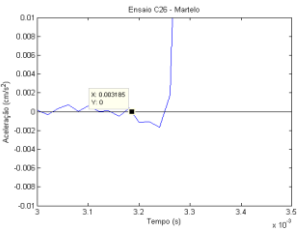

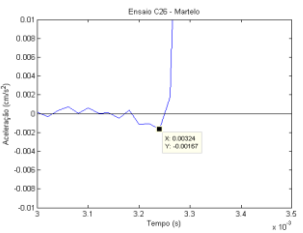
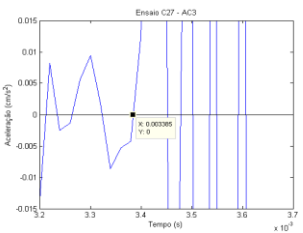
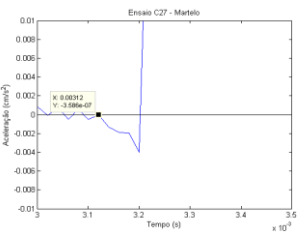

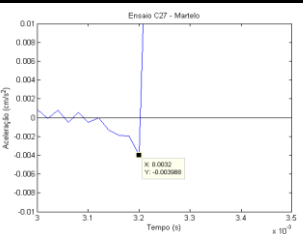
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: L</p> <p>AC2: posição horizontal</p> <p>Distância: 0,26</p> <p>Posição do Martelo: P4</p>   	
Ensaio C10 (a)	<p>Ensaio C10 - AC2</p> 	<p>Ensaio C10 - Martelo</p> 
Ensaio C10 (b)		<p>Ensaio C10 - Martelo</p> 
Ensaio C11 (a)	<p>Ensaio C11 - AC2</p> 	<p>Ensaio C11 - Martelo</p> 
Ensaio C11 (b)		<p>Ensaio C11 - Martelo</p> 
Ensaio C12 (a)	<p>Ensaio C12 - AC2</p> 	<p>Ensaio C12 - Martelo</p> 
Ensaio C12 (b)		<p>Ensaio C12 - Martelo</p> 

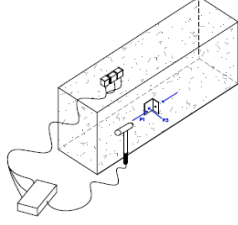
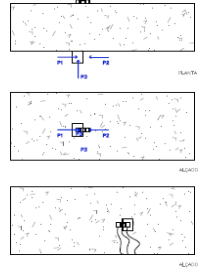
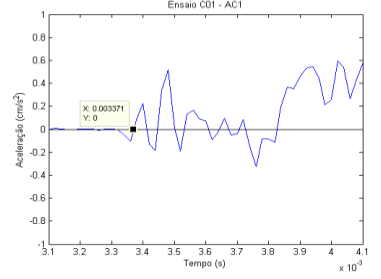
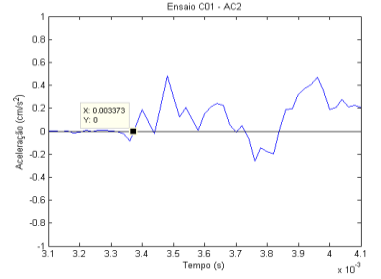
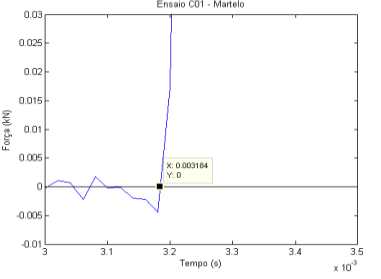
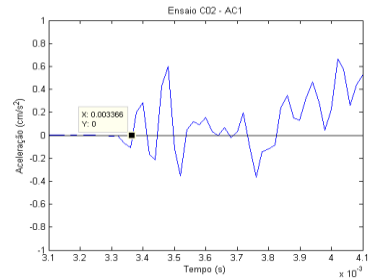
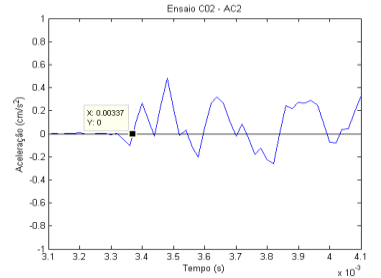
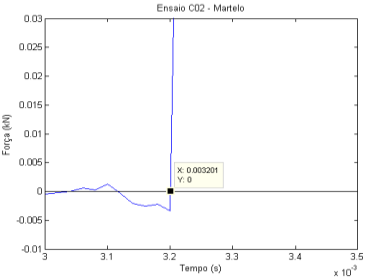
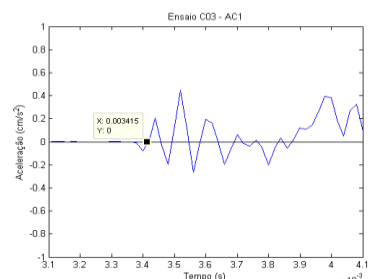
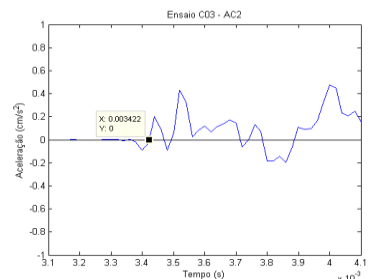
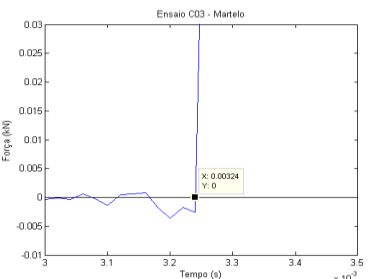
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: L</p> <p>AC2: posição horizontal</p> <p>Distância: 0,26</p> <p>Posição do Martelo: P5</p> <p>Ensaio C10 - C18</p>  	
Ensaio C13 (a)	<p>Ensaio C13 - AC2</p> 	<p>Ensaio C13 - Martelo</p> 
Ensaio C13 (b)		<p>Ensaio C13 - Martelo</p> 
Ensaio C14 (a)	<p>Ensaio C14 - AC2</p> 	<p>Ensaio C14 - Martelo</p> 
Ensaio C14 (b)		<p>Ensaio C14 - Martelo</p> 
Ensaio C15 (a)	<p>Ensaio C15 - AC2</p> 	<p>Ensaio C15 - Martelo</p> 
Ensaio C15 (b)		<p>Ensaio C15 - Martelo</p> 

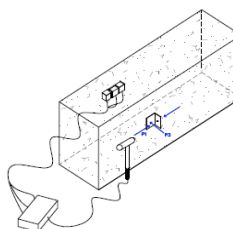
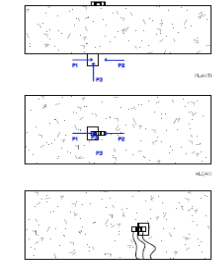
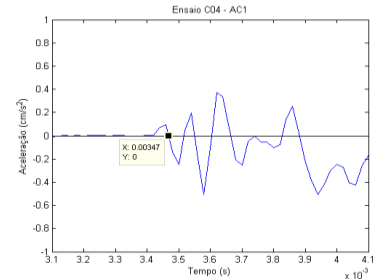
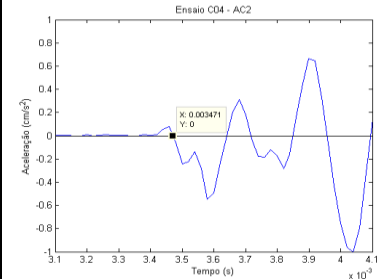
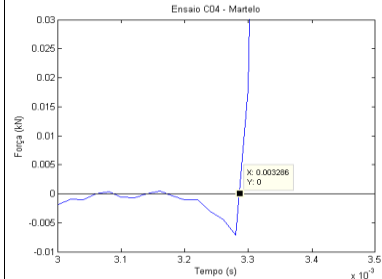
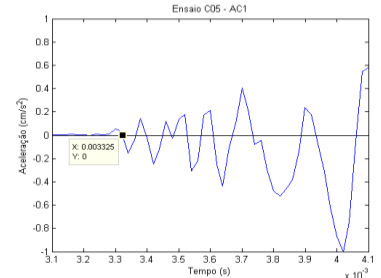
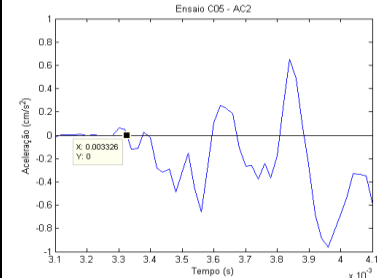
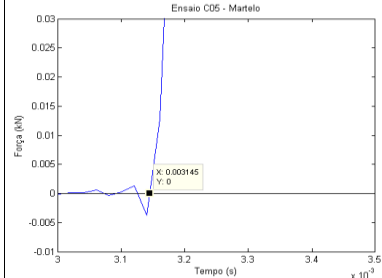
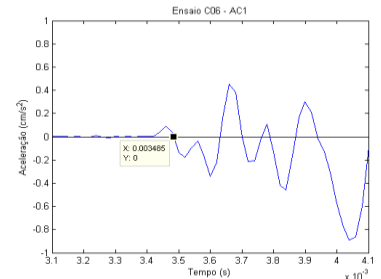
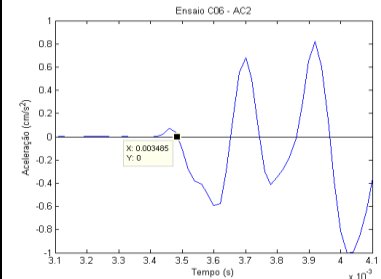
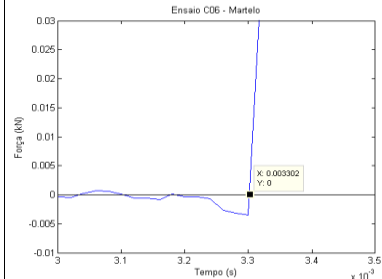
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: L</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: P6</p> <p>Ensaio C10 - C18</p>  	
Ensaio C16 (a)	<p>Ensaio C16 - AC3</p> 	<p>Ensaio C16 - Martelo</p> 
Ensaio C16 (b)		<p>Ensaio C16 - Martelo</p> 
Ensaio C17 (a)	<p>Ensaio C17 - AC3</p> 	<p>Ensaio C17 - Martelo</p> 
Ensaio C17 (b)	<p>Ensaio C17 - AC3</p> 	<p>Ensaio C17 - Martelo</p> 
Ensaio C18 (a)	<p>Ensaio C18 - AC3</p> 	<p>Ensaio C18 - Martelo</p> 
Ensaio C18 (b)	<p>Ensaio C18 - AC3</p> 	<p>Ensaio C18 - Martelo</p> 

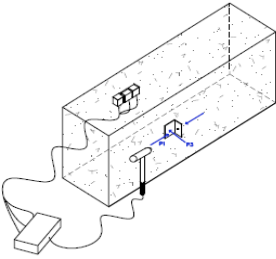
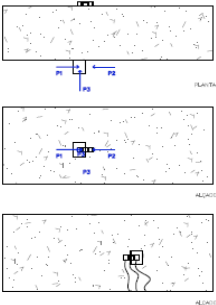
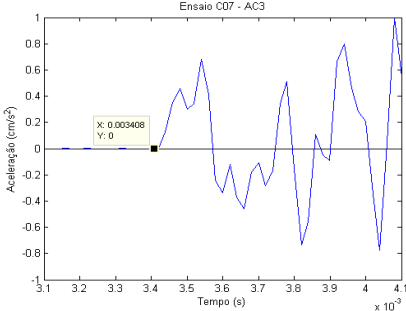
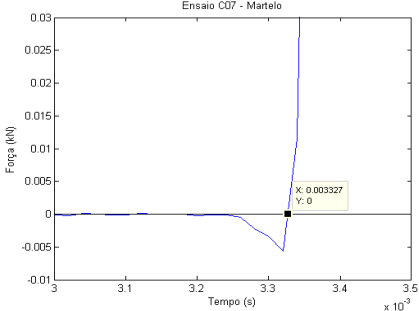
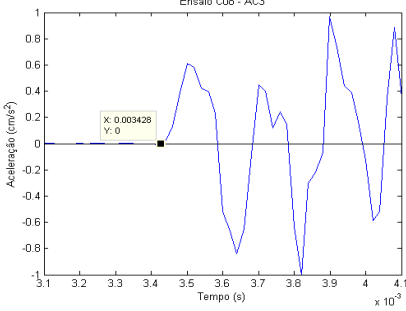
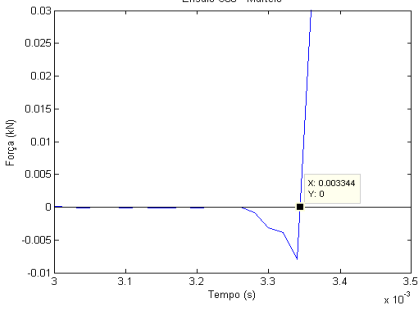
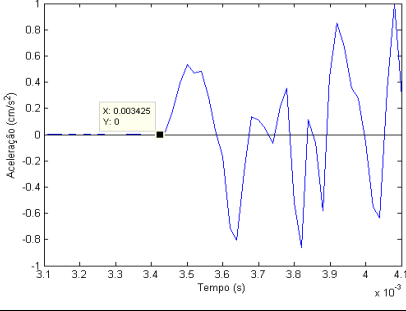
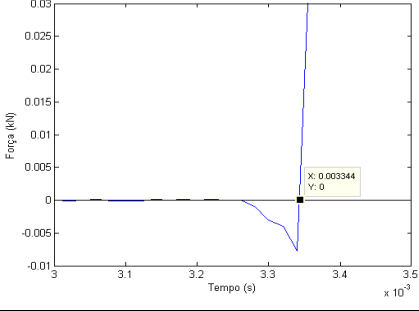
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: M AC1: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P7</p> <p>Posição do AC2: M AC2: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P7</p>  		
Ensaio C19 (a)			
Ensaio C19 (b)			
Ensaio C20 (a)			
Ensaio C20 (b)			
Ensaio C21 (a)			
Ensaio C21 (b)			

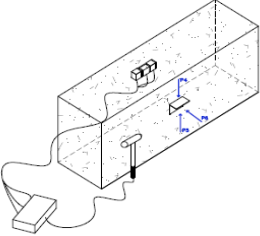
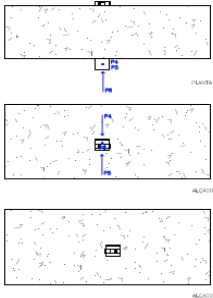
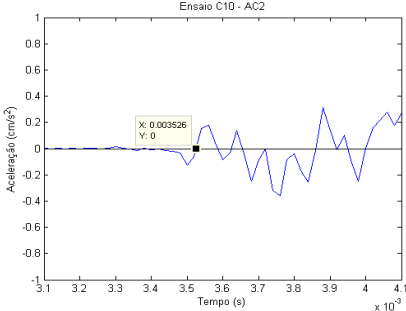
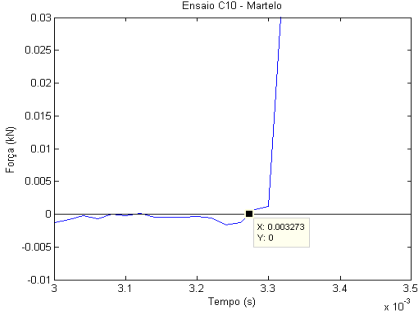
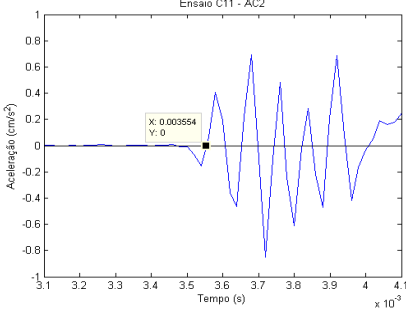
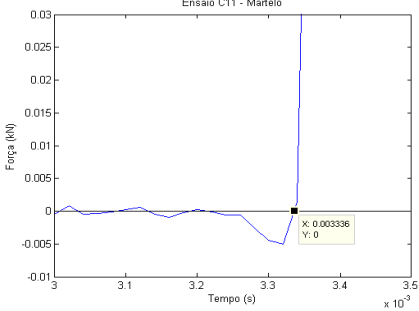
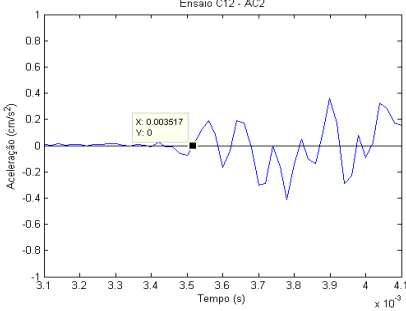
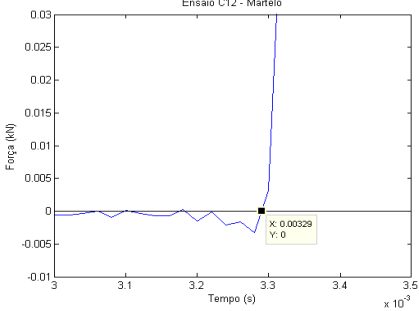
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: M AC1: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P8</p>	<p><u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC2: M AC2: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P8</p>	<p>Ensaio C19 - C27</p> 
Ensaio C22 (a)			
Ensaio C22 (b)			
Ensaio C23 (a)			
Ensaio C23 (b)			
Ensaio C24 (a)			
Ensaio C24 (b)			

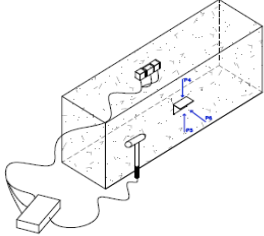
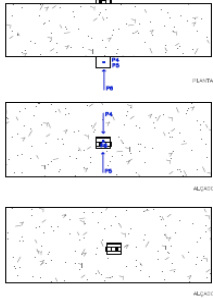
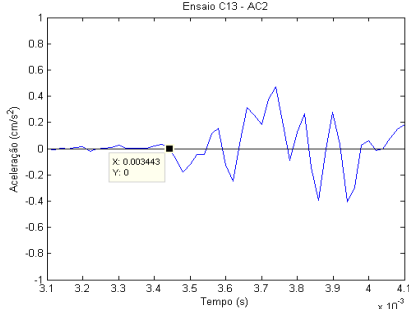
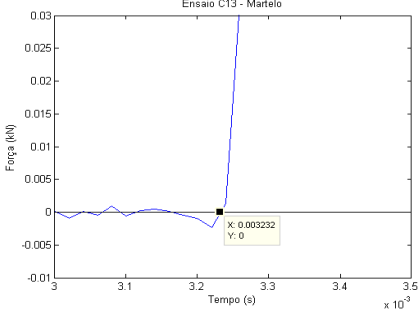
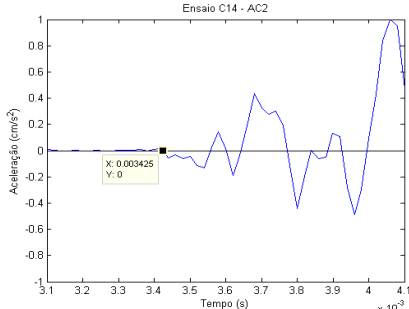
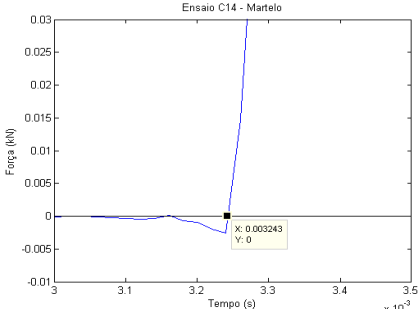
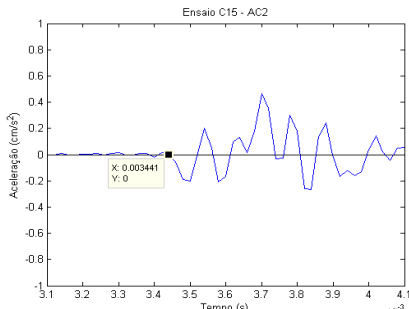
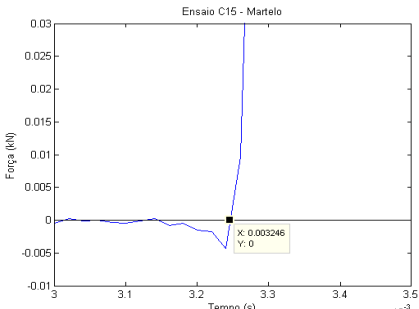
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: M</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,46</p> <p>Posição do Martelo: P9</p>  	
Ensaio C25 (a)		
Ensaio C25 (b)		
Ensaio C26 (a)		
Ensaio C26 (b)		
Ensaio C27 (a)		
Ensaio C27 (b)		

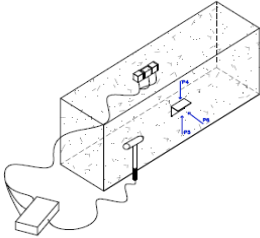
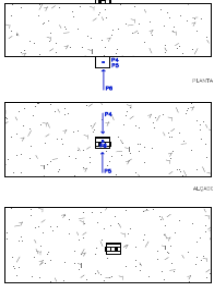
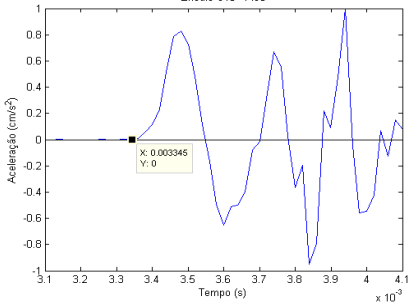
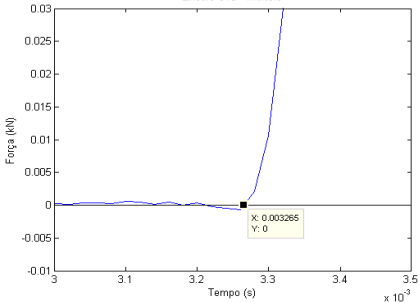
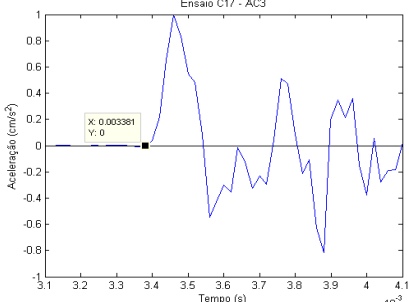
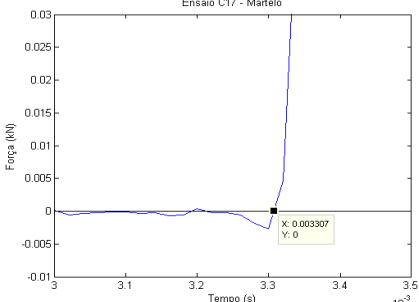
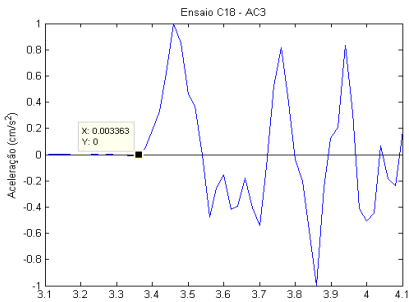
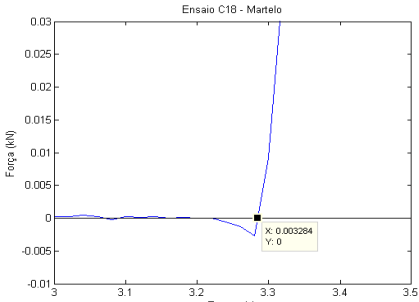
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: B AC2: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P1</p> 		
Ensaio C01			
Ensaio C02			
Ensaio C03			

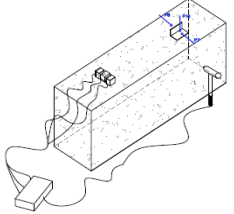
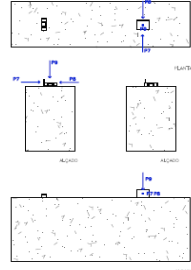
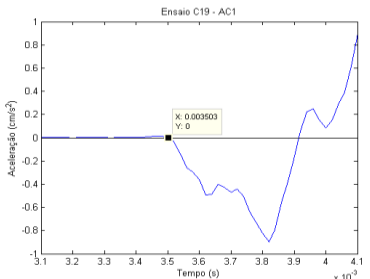
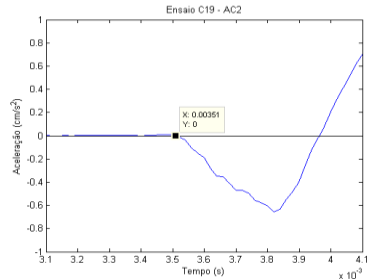
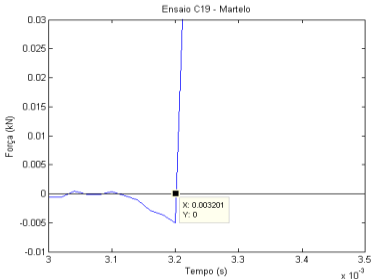
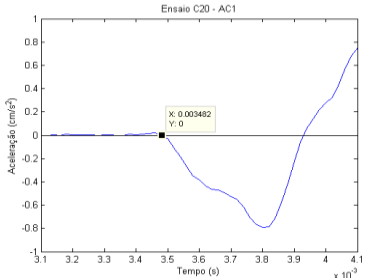
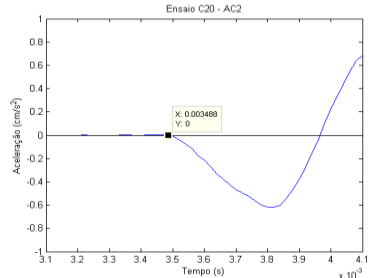
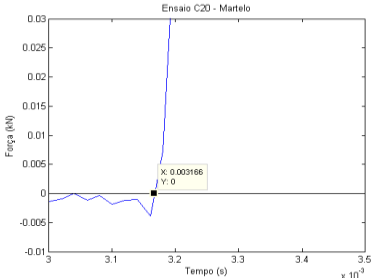
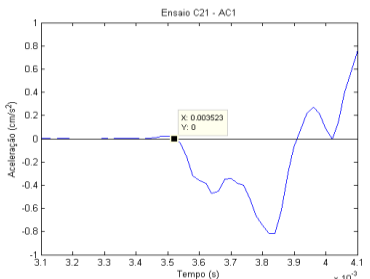
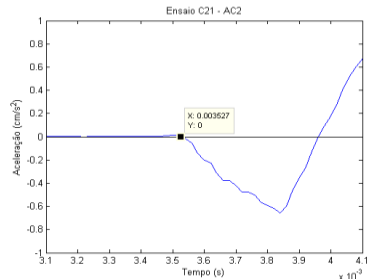
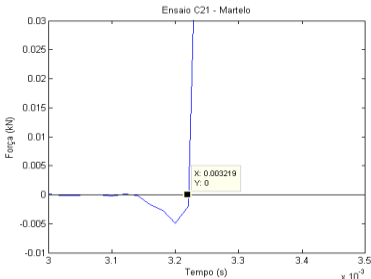
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P2</p>		<p>Ensaio Direto</p>  
Ensaio C04	<p>Ensaio C04 - AC1</p> 	<p>Ensaio C04 - AC2</p> 	<p>Ensaio C04 - Martelo</p> 
Ensaio C05	<p>Ensaio C05 - AC1</p> 	<p>Ensaio C05 - AC2</p> 	<p>Ensaio C05 - Martelo</p> 
Ensaio C06	<p>Ensaio C06 - AC1</p> 	<p>Ensaio C06 - AC2</p> 	<p>Ensaio C06 - Martelo</p> 

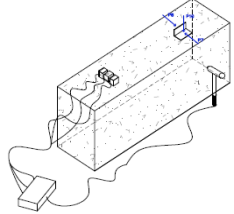
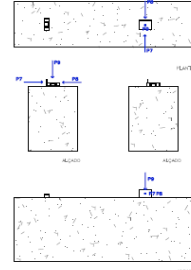
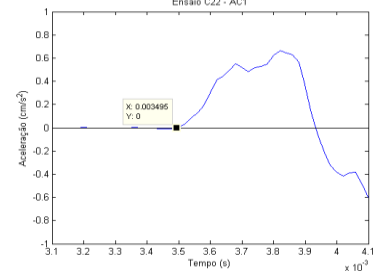
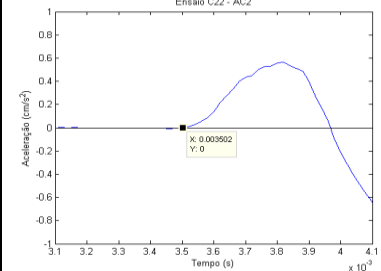
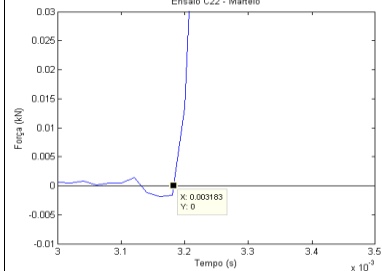
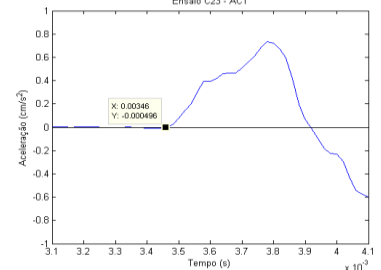
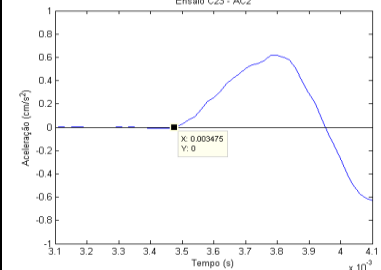
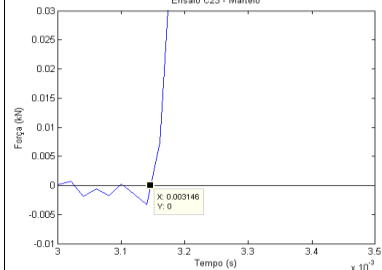
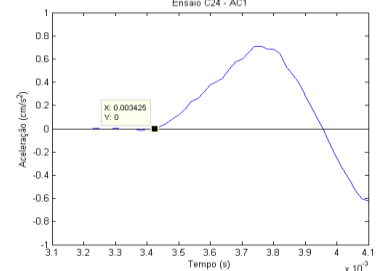
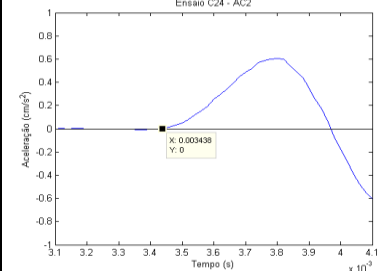
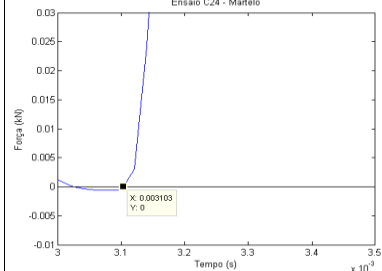
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC3: B AC3: posição frontal Distância: 0,25 Posição do Martelo: P3</p></div> 	
Ensaio C07		
Ensaio C08		
Ensaio C09		

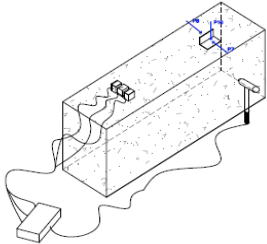
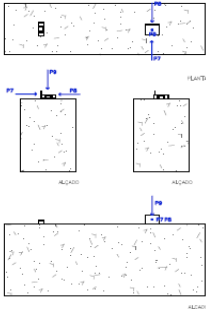
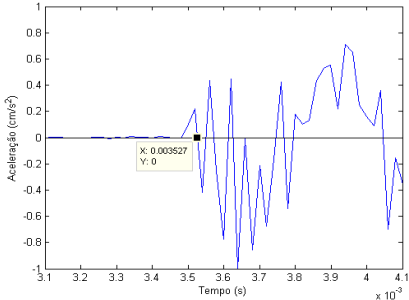
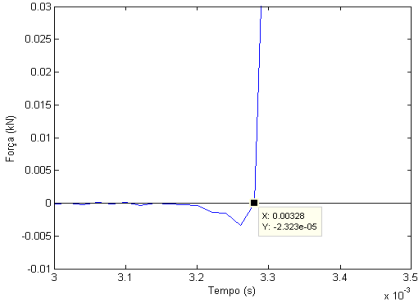
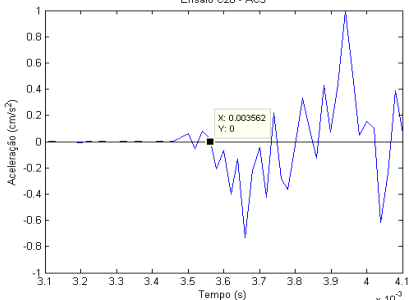
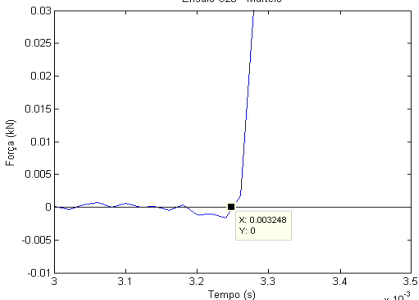
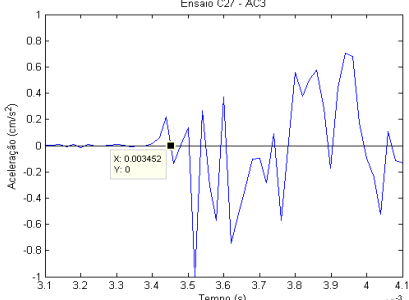
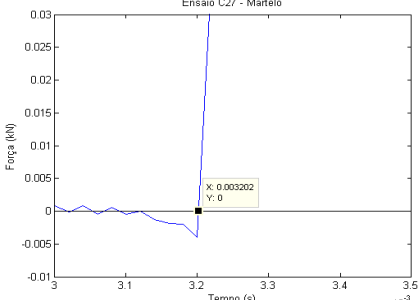
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC2: L AC2: posição lateral Distância: 0,26 Posição do Martelo: P4</p></div> 	
Ensaio C10		
Ensaio C11		
Ensaio C12		

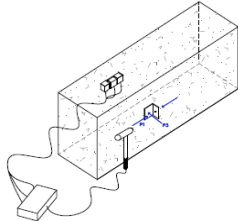
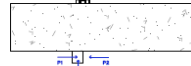
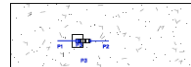
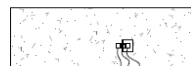
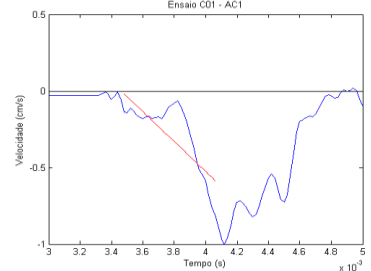
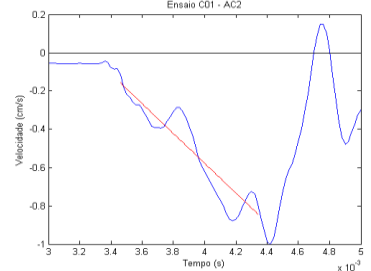
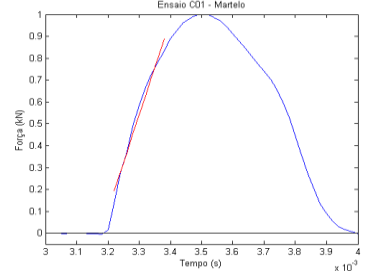
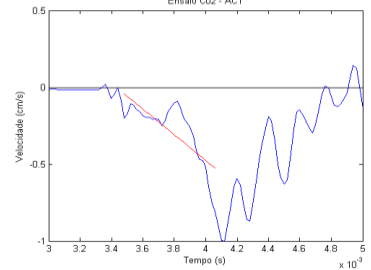
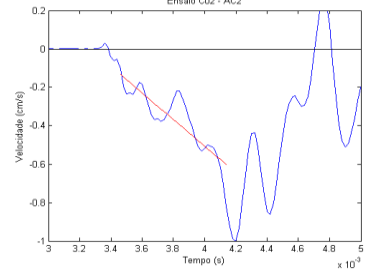
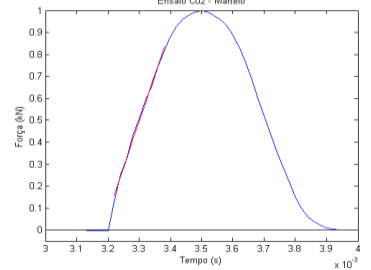
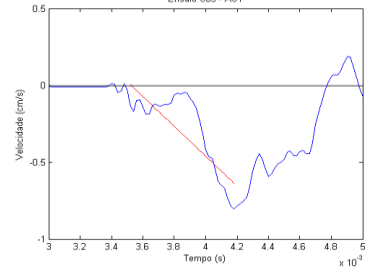
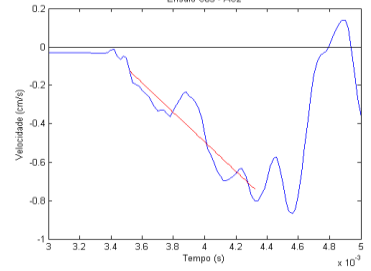
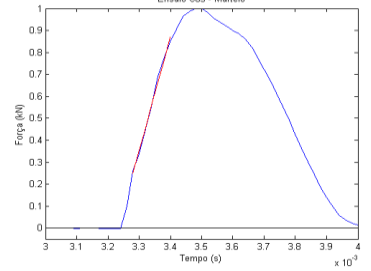
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC2: L AC2: posição lateral Distância: 0,26 Posição do Martelo: P5</p></div> 	
Ensaio C13		
Ensaio C14		
Ensaio C15		

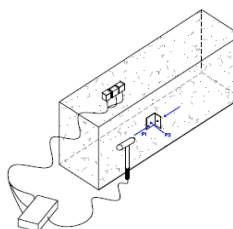
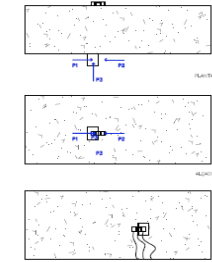
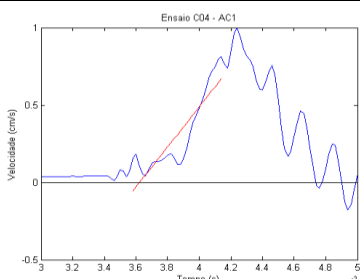
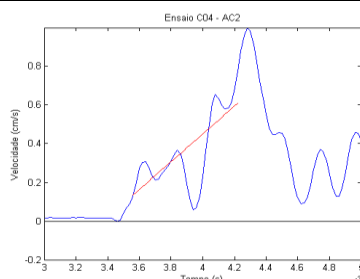
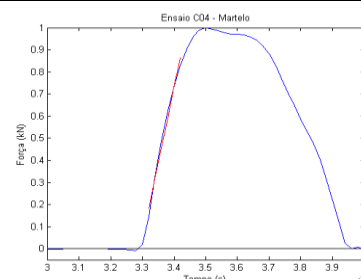
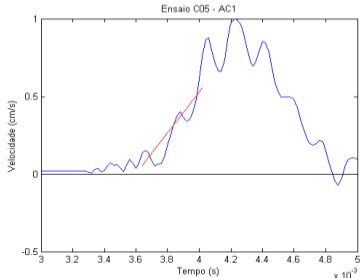
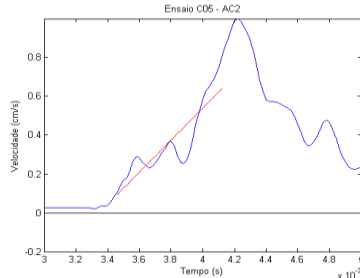
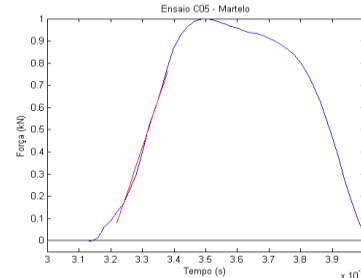
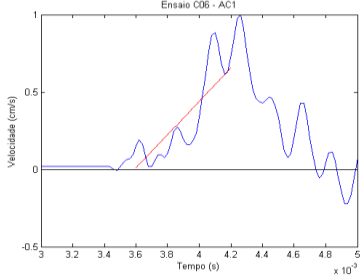
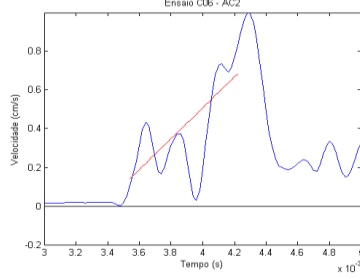
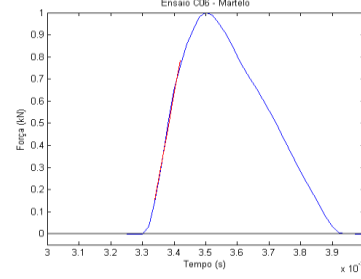
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC3: L AC3: posição frontal Distância: 0,25 Posição do Martelo: P6</p></div><div></div><div></div></div>	
Ensaio C16	<div><p>Ensaio C16 - AC3</p></div>	<div><p>Ensaio C16 - Martelo</p></div>
Ensaio C17	<div><p>Ensaio C17 - AC3</p></div>	<div><p>Ensaio C17 - Martelo</p></div>
Ensaio C18	<div><p>Ensaio C18 - AC3</p></div>	<div><p>Ensaio C18 - Martelo</p></div>

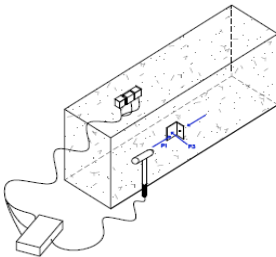
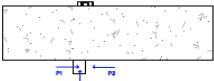
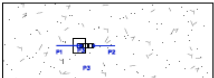

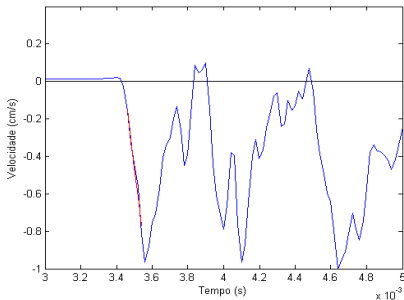
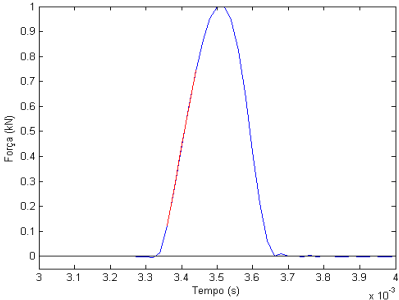
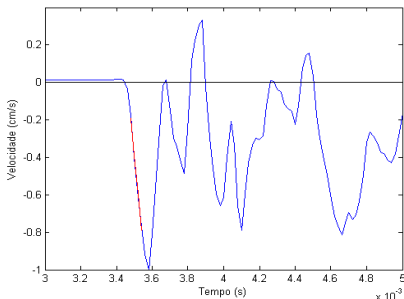
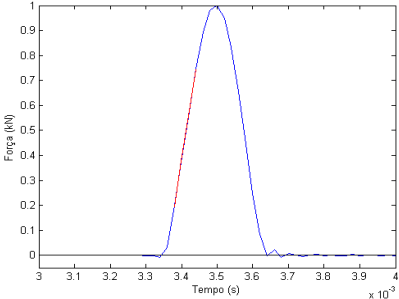
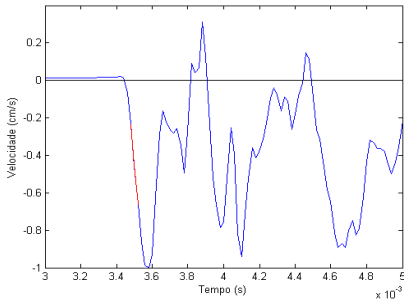
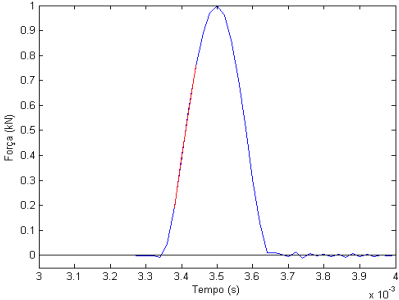
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div> <div> Ensaio Indireto Posição do AC1: M AC1: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P7 </div> <div> Ensaio Indireto Posição do AC2: M AC2: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P7 </div> </div>  		
Ensaio C19			
Ensaio C20			
Ensaio C21			

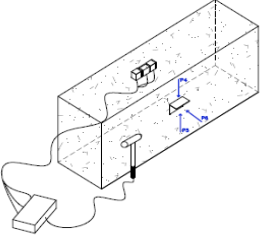


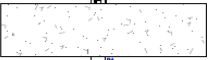
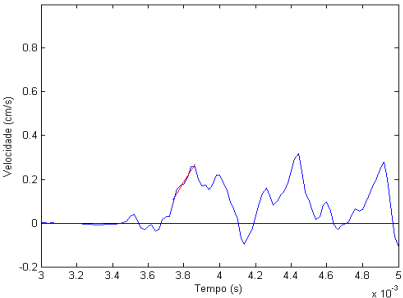
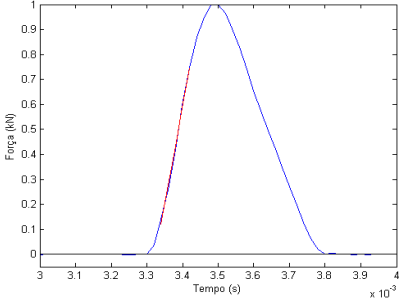
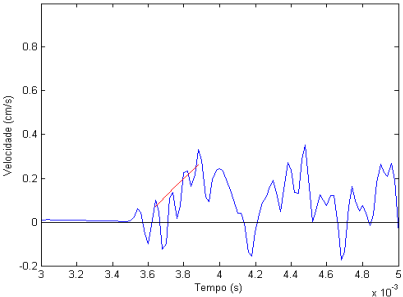
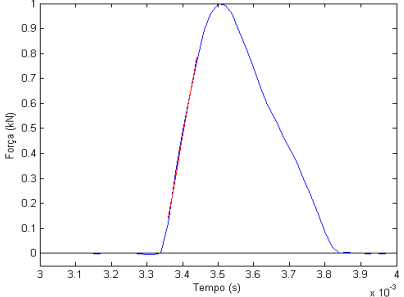
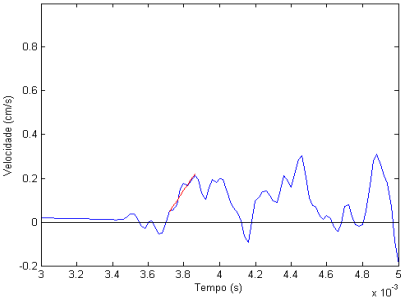
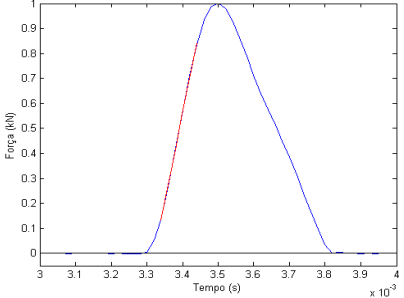
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: M AC1: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P8</p>		<p>Ensaio Indireto</p>  
Ensaio C22	<p>Ensaio C22 - AC1</p> 	<p>Ensaio C22 - AC2</p> 	<p>Ensaio C22 - Martelo</p> 
Ensaio C23	<p>Ensaio C23 - AC1</p> 	<p>Ensaio C23 - AC2</p> 	<p>Ensaio C23 - Martelo</p> 
Ensaio C24	<p>Ensaio C24 - AC1</p> 	<p>Ensaio C24 - AC2</p> 	<p>Ensaio C24 - Martelo</p> 

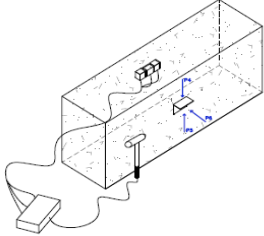
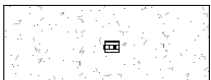
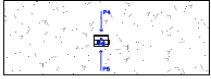

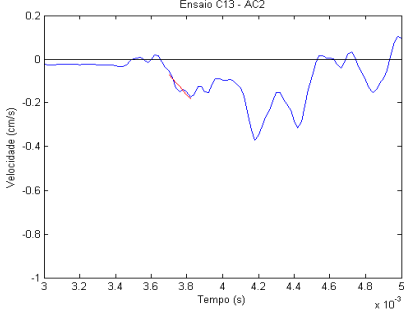
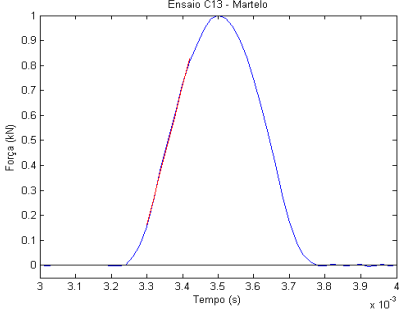
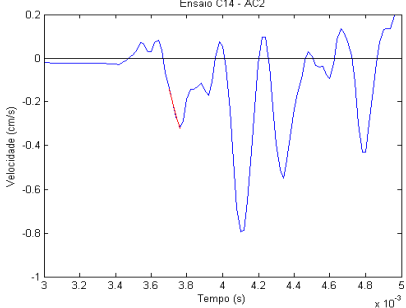
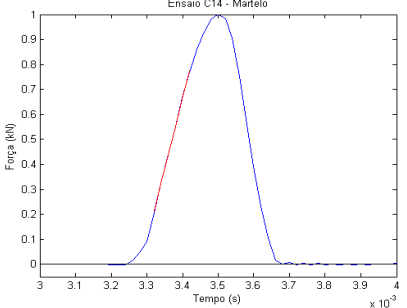
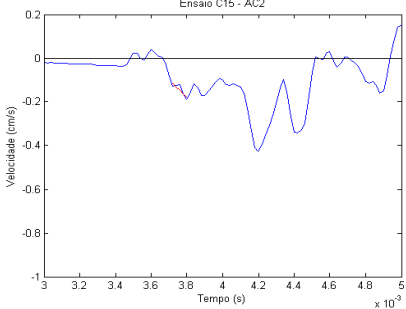
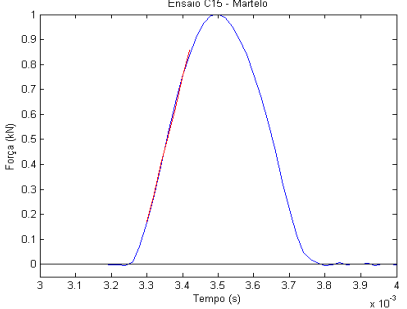
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div>Ensaio Indireto</div> <div>Posição do AC3: M</div> <div>AC3: posição frontal</div> <div>Distância: 0,46</div> <div>Posição do Martelo: P9</div> <div></div> <div></div>	
Ensaio C25	<div>Ensaio C25 - AC3</div> 	<div>Ensaio C25 - Martelo</div> 
Ensaio C26	<div>Ensaio C26 - AC3</div> 	<div>Ensaio C26 - Martelo</div> 
Ensaio C27	<div>Ensaio C27 - AC3</div> 	<div>Ensaio C27 - Martelo</div> 

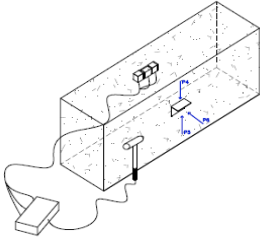
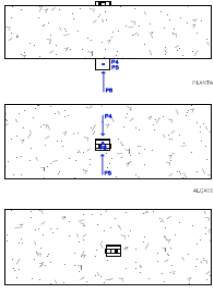
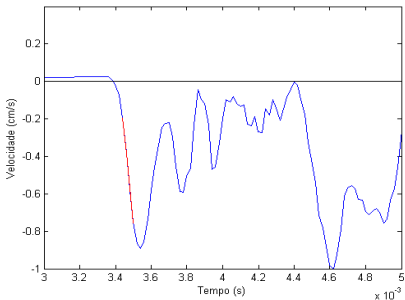
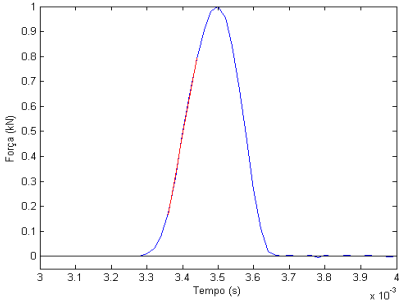
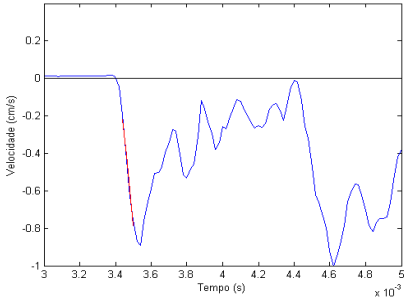
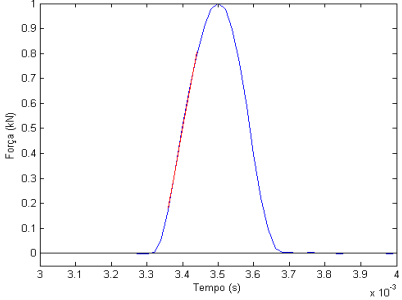
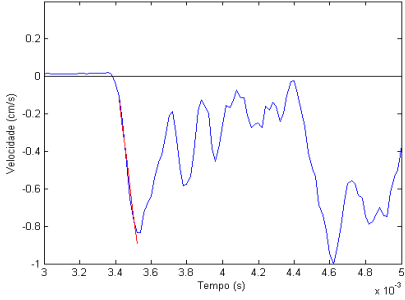
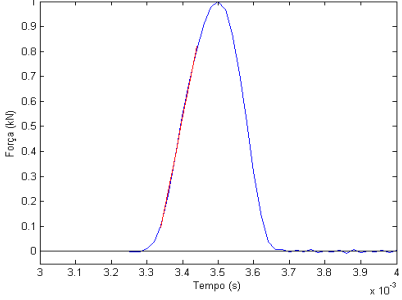
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: B AC2: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P1</p> 		  
Ensaio C01			
Ensaio C02			
Ensaio C03			

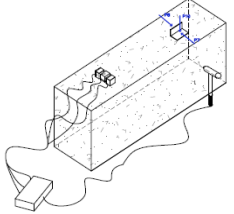
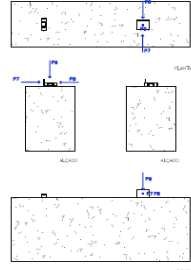
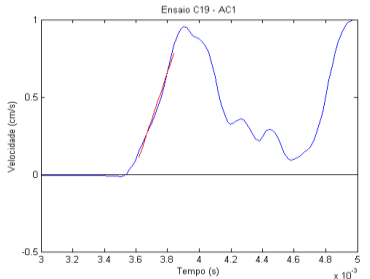
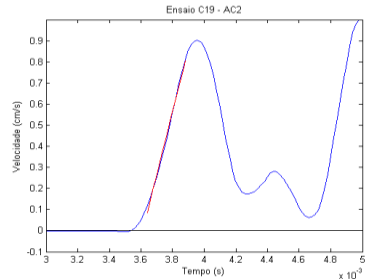
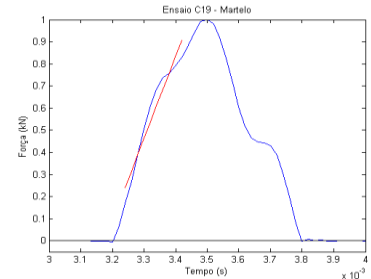
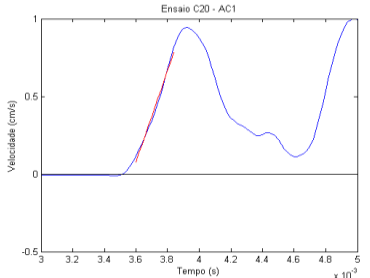
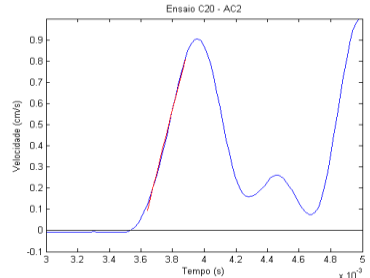
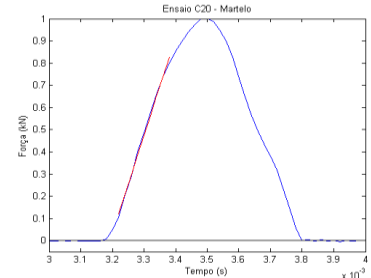
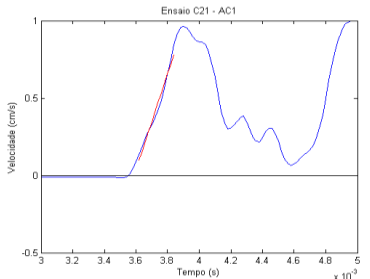
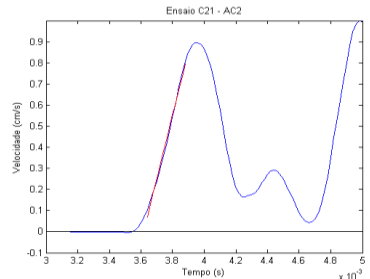
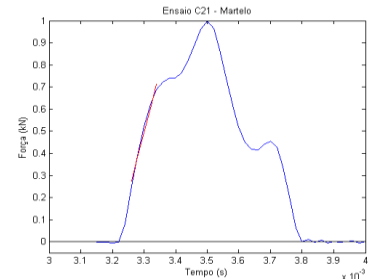
	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: B AC1: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P2</p>	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: B AC2: posição lateral Distância: 0,25 Posição do Martelo: P2</p> 	
Ensaio C04			
Ensaio C05			
Ensaio C06			

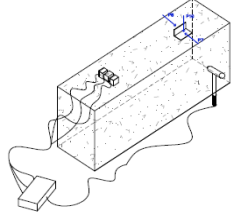
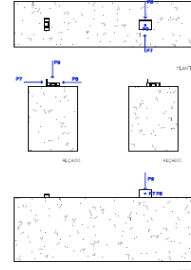
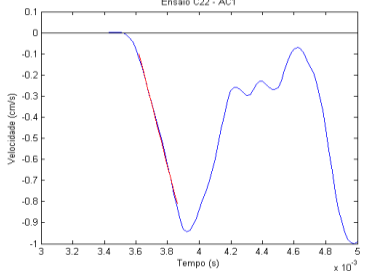
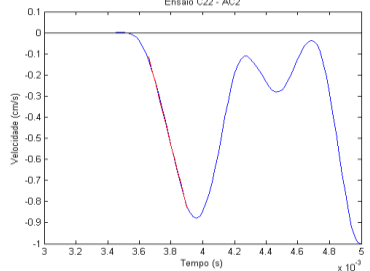
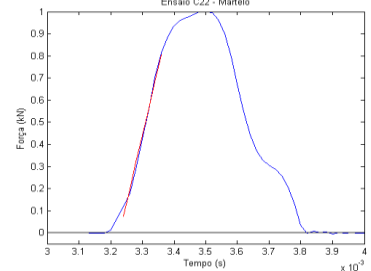
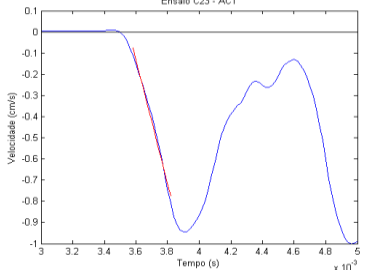
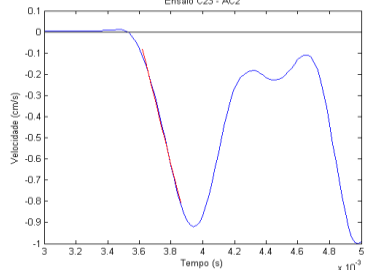
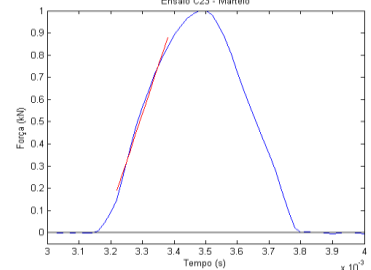
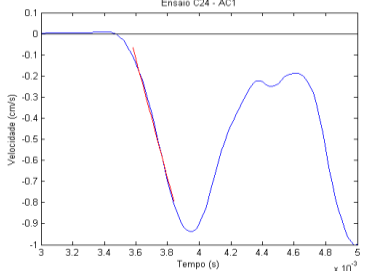
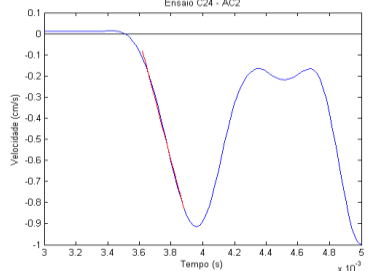
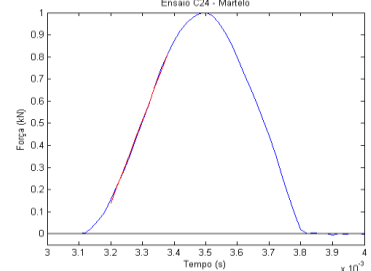
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div>Ensaio Direto</div> <div>Posição do AC3: B</div> <div>AC3: posição frontal</div> <div>Distância: 0,25</div> <div>Posição do Martelo: P3</div> <div></div>	<div></div> <div></div> <div></div>
Ensaio C07	<div>Ensaio C07 - AC3</div> <div></div>	<div>Ensaio C07 - Martelo</div> <div></div>
Ensaio C08	<div>Ensaio C08 - AC3</div> <div></div>	<div>Ensaio C08 - Martelo</div> <div></div>
Ensaio C09	<div>Ensaio C09 - AC3</div> <div></div>	<div>Ensaio C09 - Martelo</div> <div></div>

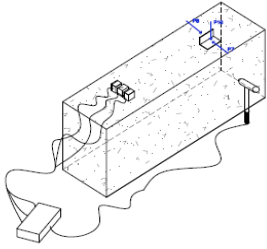
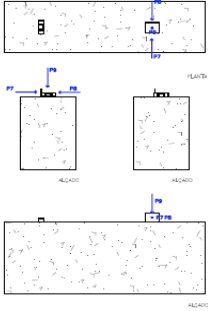
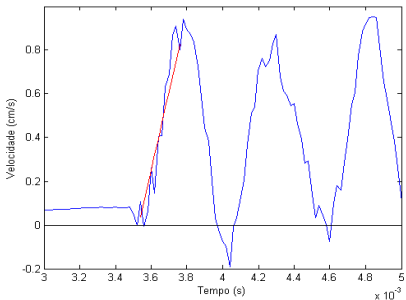
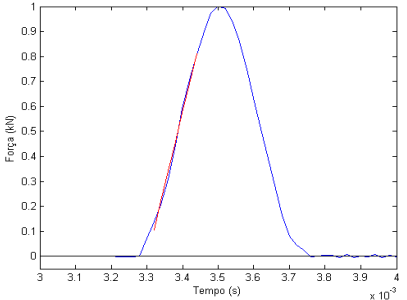
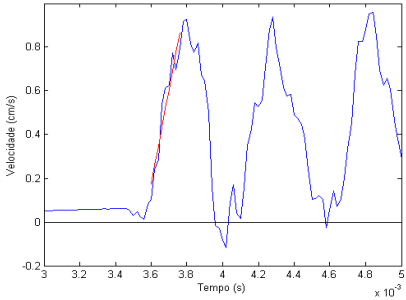
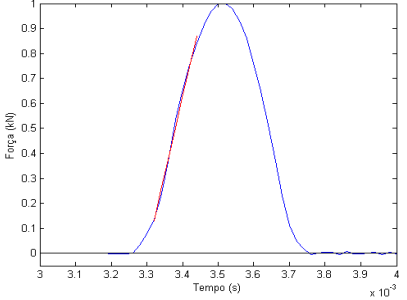
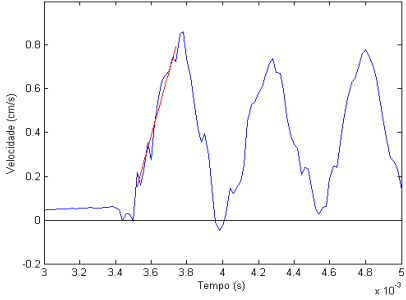
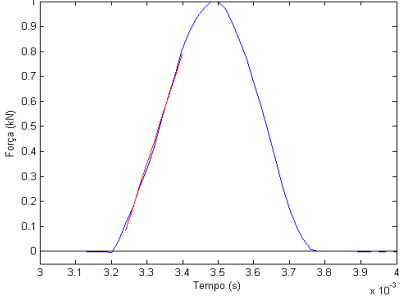
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC2: L AC2: posição lateral Distância: 0,26 Posição do Martelo: P4</p></div>	<div></div>
Ensaio C10	<div><p>Ensaio C10 - AC2</p></div>	<div><p>Ensaio C10 - Martelo</p></div>
Ensaio C11	<div><p>Ensaio C11 - AC2</p></div>	<div><p>Ensaio C11 - Martelo</p></div>
Ensaio C12	<div><p>Ensaio C12 - AC2</p></div>	<div><p>Ensaio C12 - Martelo</p></div>

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC2: L AC2: posição lateral Distância: 0,26 Posição do Martelo: P5</p></div>	<div></div>
Ensaio C13	<div><p>Ensaio C13 - AC2</p></div>	<div><p>Ensaio C13 - Martelo</p></div>
Ensaio C14	<div><p>Ensaio C14 - AC2</p></div>	<div><p>Ensaio C14 - Martelo</p></div>
Ensaio C15	<div><p>Ensaio C15 - AC2</p></div>	<div><p>Ensaio C15 - Martelo</p></div>

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div><p>Ensaio Direto</p><p>Posição do AC3: L AC3: posição frontal Distância: 0,25 Posição do Martelo: P6</p></div> <div></div>	<div></div>
Ensaio C16	<div><p>Ensaio C16 - AC3</p></div>	<div><p>Ensaio C16 - Martelo</p></div>
Ensaio C17	<div><p>Ensaio C17 - AC3</p></div>	<div><p>Ensaio C17 - Martelo</p></div>
Ensaio C18	<div><p>Ensaio C18 - AC3</p></div>	<div><p>Ensaio C18 - Martelo</p></div>

	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: M AC1: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P7</p>		<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: M AC2: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P7</p>  
Ensaio C19			
Ensaio C20			
Ensaio C21			

	AC1	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: M AC1: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P8</p>		<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: M AC2: posição lateral Distância: 0,46 Posição do Martelo: P8</p>  
Ensaio C22			
Ensaio C23			
Ensaio C24			

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div>Ensaio Indireto</div> <div>Posição do AC3: M</div> <div>AC3: posição frontal</div> <div>Distância: 0,46</div> <div>Posição do Martelo: P9</div> <div></div> <div></div>	
Ensaio C25	<div>Ensaio C25 - AC3</div> 	<div>Ensaio C25 - Martelo</div> 
Ensaio C26	<div>Ensaio C26 - AC3</div> 	<div>Ensaio C26 - Martelo</div> 
Ensaio C27	<div>Ensaio C27 - AC3</div> 	<div>Ensaio C27 - Martelo</div> 

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C01

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac1	0,25		1958	
Ac2	0,25		1902	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00312	0,00318	0,00331	-	0,25	1337	-
Ac2	0,00312	0,00318	0,00331	-	0,25	1330	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,003371	0,25	1337
Ac2	0,00318	0,003373	0,25	1323

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00346	0,25	874
Ac2	0,00318	0,00326	0,25	2998

ENSAIO C02

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac1	0,25		2196	
Ac2	0,25		2196	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00312	0,00320	0,00332	-	0,25	1220	-
Ac2	0,00312	0,00320	0,00332	-	0,25	1208	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003201	0,003366	0,25	1515
Ac2	0,003201	0,00337	0,25	1479

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00343	0,25	1007
Ac2	0,00318	0,00327	0,25	2907

ENSAIO C03

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac1	0,25		1905	
Ac2	0,25		1948	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00317	0,00324	0,00333	-	0,25	1563	-
Ac2	0,00317	0,00324	0,00336	-	0,25	1269	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,003415	0,25	1429
Ac2	0,00324	0,003422	0,25	1374

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00323	0,00353	0,25	850
Ac2	0,00323	0,00336	0,25	2000

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C04

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac1	0,25		2126	
Ac2	0,25		2126	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00317	0,00328	0,00342	-	0,25	1000	-
Ac2	0,00317	0,00328	0,00336	-	0,25	1302	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00347	0,25	1359
Ac2	0,00329	0,003471	0,25	1351

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00362	0,25	758
Ac2	0,00329	0,00337	0,25	3218

ENSAIO C05

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac1	0,25		1881	
Ac2	0,25		1881	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00313	0,00314	0,00328	-	0,25	1613	-
Ac2	0,00313	0,00314	0,00328	-	0,25	1603	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003145	0,003325	0,25	1389
Ac2	0,003145	0,003326	0,25	1381

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00360	0,25	630
Ac2	0,00320	0,00335	0,25	1727

ENSAIO C06

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac1	0,25		2043	
Ac2	0,25		2240	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00322	0,00330	0,00342	-	0,25	1250	-
Ac2	0,00322	0,00330	0,00341	-	0,25	1330	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,003485	0,25	1366
Ac2	0,00302	0,003485	0,25	1366

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00359	0,25	924
Ac2	0,00332	0,00336	0,25	5828

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C07

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac3	0,25		3110	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,00322	0,00332	0,00332	##	0,25	2404	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,003327	0,003408	0,25	3086

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00334	0,00344	0,25	2596

ENSAIO C08

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac3	0,25		3338	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,0033	0,0033	0,00335	0	0,25	2841	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,003344	0,003428	0,25	2976

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00336	0,00346	0,25	2453

ENSAIO C09

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac3	0,25		3623	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,0033	0,0033	0,0034	0	0,25	2500	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,003344	0,003425	0,25	3086

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00336	0,00346	0,25	2548

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C10

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac2	0,26		2016	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac2	0,00320	0,00324	0,00339	-	0,26	1405	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00327	0,003526	0,26	1028

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00332	0,00366	0,26	778

ENSAIO C11

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac2	0,26		2261	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac2	0,00321	0,00332	0,00347	-	0,26	1008	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,003336	0,003554	0,26	1193

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00334	0,00355	0,26	1267

ENSAIO C12

1º Critério

Ac	Distância		Velocidade	
Ac2	0,26		2385	

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerómetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac2	0,00322	0,00328	0,00344	-	0,26	1209	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00329	0,003517	0,26	1145

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00332	0,00368	0,26	724

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C13

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac2	0,26	1970

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac2	0,00317	0,00322	0,00344	-	0,26	935	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00323	0,003443	0,26	1232

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00327	0,00362	0,26	746

ENSAIO C14

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac2	0,26	2281

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac2	0,00316	0,00324	0,00343	-	0,26	992	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,003243	0,003425	0,25	1374

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00328	0,00365	0,26	703

ENSAIO C15

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac2	0,26	2167

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac2	0,00315	0,00324	0,00344	-	0,26	881	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,003246	0,003441	0,26	1333

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00327	0,00357	0,26	862

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C16

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac3	0,26	3210

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,00321	0,00326	0,00335	-	0,26	###	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00327	0,003345	0,26	3250

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00334	0,00342	0,26	3234

ENSAIO C17

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac3	0,26	2796

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,00321	0,00330	0,00333	0	0,26	###	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00331	0,003381	0,26	3514

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00334	0,00342	0,26	3270

ENSAIO C18

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac3	0,26	3514

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,00322	0,00328	0,00329	0	0,26	###	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,003284	0,003363	0,26	3291

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00333	0,00340	0,26	3372

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C19

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,46	2196
Ac2	0,46	2196

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00311	0,00320	0,00342	0	0,46	###	###
Ac2	0,00311	0,00320	0,00341	0	0,46	###	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,003503	0,46	1523
Ac2	0,00320	0,00351	0,46	1489

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00317	0,00358	0,46	1125
Ac2	0,00317	0,00361	0,46	1054

ENSAIO C20

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,46	2329
Ac2	0,46	2329

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00308	0,00316	0,00340	0	0,46	###	###
Ac2	0,00308	0,00316	0,00342	0	0,46	###	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003166	0,003482	0,46	1456
Ac2	0,003166	0,003488	0,46	1429

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00357	0,46	1207
Ac2	0,00319	0,00361	0,46	1106

ENSAIO C21

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,46	2085
Ac2	0,46	2085

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00313	0,00320	0,00343	0	0,46	###	###
Ac2	0,00313	0,00320	0,00342	##	0,46	###	###

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003219	0,003523	0,46	1513
Ac2	0,003219	0,003527	0,46	1494

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00321	0,00359	0,46	1221
Ac2	0,00321	0,00362	0,46	1133

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C22

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,46	2189
Ac2	0,46	2195

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00313	0,00316	0,00338	0,00348	0,46	1885	1438
Ac2	0,00313	0,00316	0,00350	-	0,46	1253	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,003495	0,46	1474
Ac2	0,00318	0,003502	0,46	1442

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00323	0,00359	0,46	1286
Ac2	0,00323	0,00362	0,46	1167

ENSAIO C23

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,46	2017
Ac2	0,46	2017

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00310	0,00314	0,00338	0,00340	0,46	1661	1769
Ac2	0,00310	0,00314	0,00347	-	0,46	1240	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003146	0,00346	0,46	1465
Ac2	0,003146	0,003475	0,46	1398

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00355	0,46	1216
Ac2	0,00318	0,00359	0,46	1103

ENSAIO C24

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac1	0,46	2015
Ac2	0,46	2015

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac1	0,00303	0,00310	0,00343	-	0,46	1150	-
Ac2	0,00303	0,00310	0,00344	-	0,46	1122	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003103	0,003425	0,46	1429
Ac2	0,003103	0,003438	0,46	1373

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00316	0,00356	0,46	1169
Ac2	0,00316	0,00359	0,46	1075

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS

ENSAIO C25

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac3	0,46	2247

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,00320	0,00326	0,0035	-	0,46	1637	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00328	0,003527	0,46	1862
Ac3	0,00328	0,003527	0,66	2664

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00330	0,00353	0,46	2018

ENSAIO C26

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac3	0,46	2273

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,0032	0,0032	0,0034	-	0,46	1804	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,003248	0,003562	0,46	1465
Ac3	0,003248	0,003562	0,66	2096

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00330	0,00356	0,46	1764

ENSAIO C27

1º Critério

Ac	Distância	Velocidade
Ac3	0,46	2276

2º Critério

Ac	Impacto		Acelerômetro		Dist.	Velocidade	
	(a)	(b)	(a)	(b)		(a)	(b)
Ac3	0,0031	0,00320	0,0034	-	0,46	2486	-

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,003202	0,003452	0,46	1840
Ac3	0,003202	0,003452	0,66	2632

4º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00322	0,00347	0,46	1862

BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS - 1º Critério

Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	3	3110	3265	0,95 1,00
2	8	3	3338	3265	1,02 1,00
3	9	3	3623	3265	1,11 1,00
4	16	3	3210	3265	0,98 1,00
5	17	3	2796	3265	0,86 1,00
6	18	3	3514	3265	1,08 1,00

Média=	3265	
DesvPad=	297	595
Coef.Var.=	0,09	
Mínimo=	2796	2670
Máximo=	3623	3860

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	25	3	2247	2265	0,99 1,00
2	26	3	2273	2265	1,00 1,00
3	27	3	2276	2265	1,00 1,00

Média=	2265	
DesvPad=	16	32
Coef.Var.=	0,01	
Mínimo=	2247	2233
Máximo=	2276	2297

Ensaio Diretos (S)

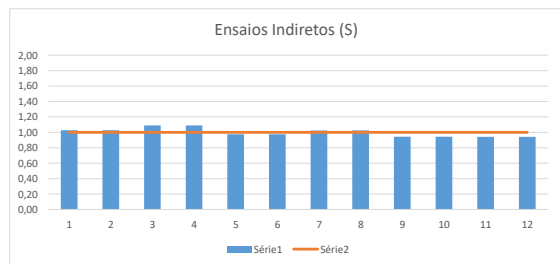
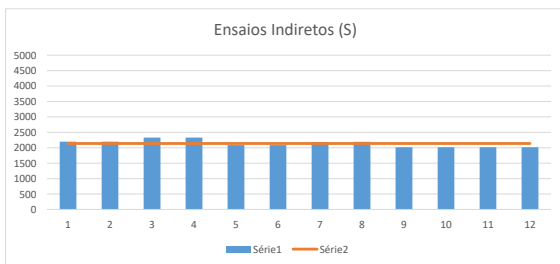
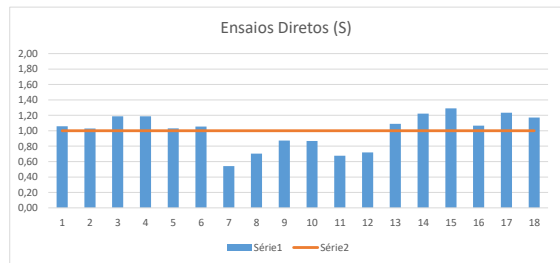
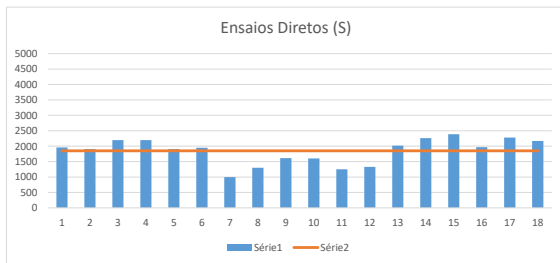
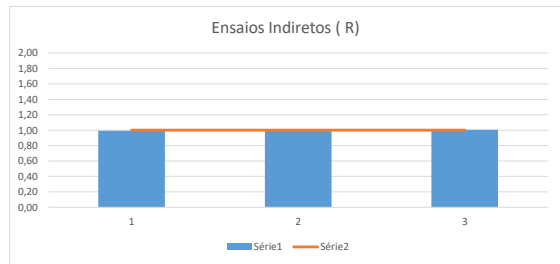
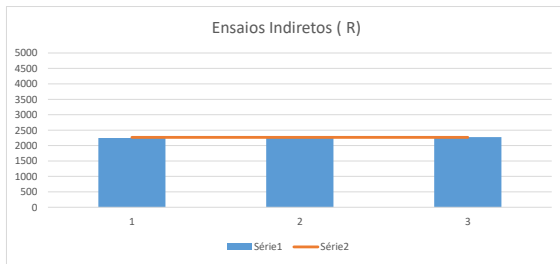
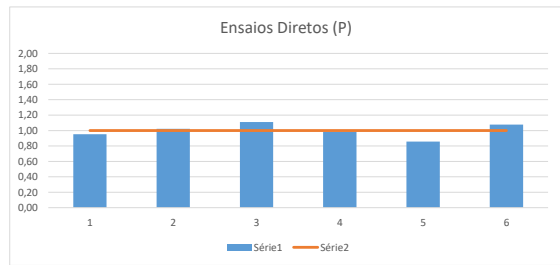
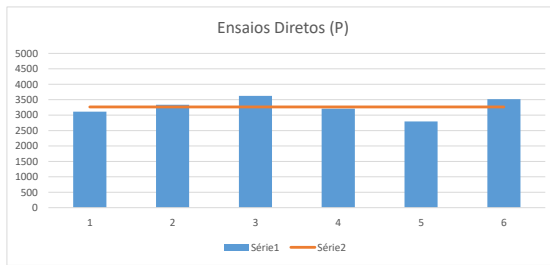
Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	1	1958	1849	1,06 1,00
2	2	2	1902	1849	1,03 1,00
3	2	2	1916	1849	1,19 1,00
4	2	2	2196	1849	1,19 1,00
5	3	1	1905	1849	1,03 1,00
6	2	2	1948	1849	1,05 1,00
7	1	1	1000	1849	0,54 1,00
8	4	2	1302	1849	0,70 1,00
9	5	1	1613	1849	0,87 1,00
10	2	2	1603	1849	0,87 1,00
11	6	1	1250	1849	0,68 1,00
12	2	2	1330	1849	0,72 1,00
13	10	2	2016	1849	1,09 1,00
14	11	2	2261	1849	1,22 1,00
15	12	2	2385	1849	1,29 1,00
16	13	2	1970	1849	1,07 1,00
17	14	2	2281	1849	1,23 1,00
18	15	2	2167	1849	1,17 1,00

Média=	1849	
DesvPad=	407	815
Coef.Var.=	0,22	
Mínimo=	1000	1034
Máximo=	2385	2664

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	19	2	2196	2139	1,03 1,00
2	3	2	2196	2139	1,03 1,00
3	20	2	2329	2139	1,09 1,00
4	3	2	2329	2139	1,09 1,00
5	21	2	2085	2139	0,97 1,00
6	3	2	2085	2139	0,97 1,00
7	2	2	2189	2139	1,02 1,00
8	22	3	2195	2139	1,03 1,00
9	23	2	2017	2139	0,94 1,00
10	3	2	2017	2139	0,94 1,00
11	24	2	2015	2139	0,94 1,00
12	3	2	2015	2139	0,94 1,00

Média=	2139	
DesvPad=	117	234
Coef.Var.=	0,05	
Mínimo=	2015	1905
Máximo=	2329	2373



BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS - 1º Critério (Refinado)

Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	3	3110	3265	0,95 1,00
2	8	3	3338	3265	1,02 1,00
3	9	3	3623	3265	1,11 1,00
4	16	3	3210	3265	0,98 1,00
5	17	3	2796	3265	0,86 1,00
6	18	3	3514	3265	1,08 1,00

Média=	3265
DesvPad=	297
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	2796
Máximo=	3623

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	25	3	2247	2265	0,99 1,00
2	26	3	2273	2265	1,00 1,00
3	27	3	2276	2265	1,00 1,00

Média=	2265
DesvPad=	16
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	2247
Máximo=	2276

Ensaio Diretos (S)

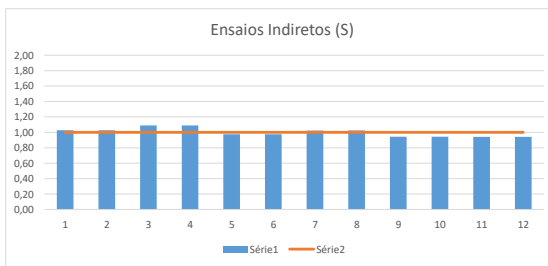
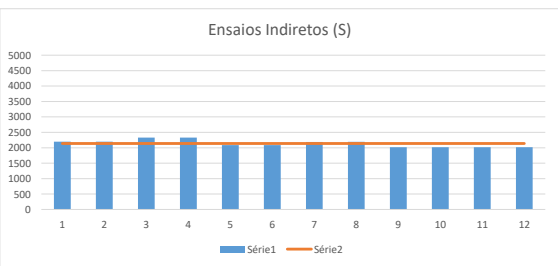
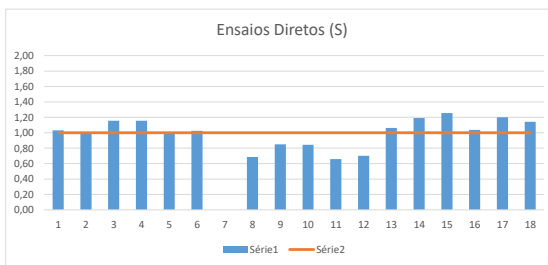
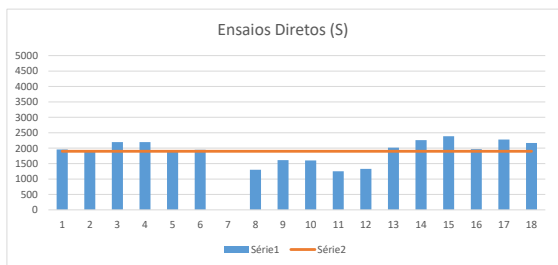
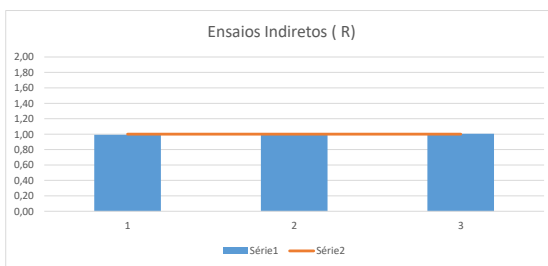
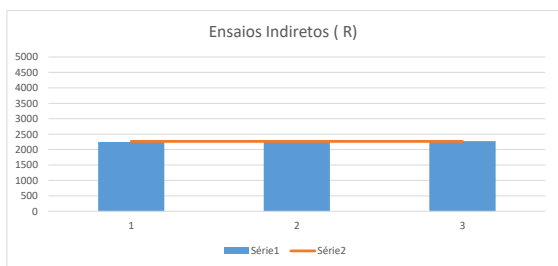
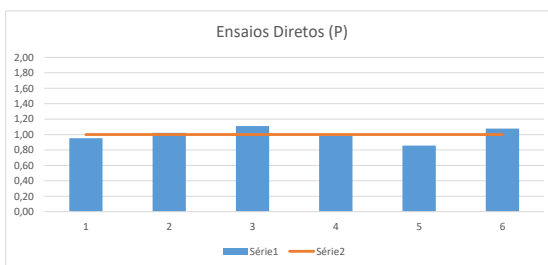
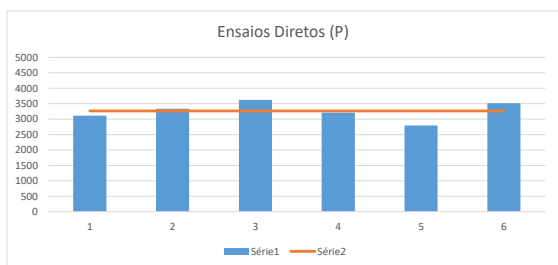
Ensaio	AC	Velocidade			
1	1	1	1958	1899	1,03 1,00
2	1	2	1902	1899	1,00 1,00
3	2	1	1916	1899	1,16 1,00
4	2	2	2196	1899	1,16 1,00
5	3	1	1905	1899	1,00 1,00
6	2	2	1948	1899	1,03 1,00
7	1	1	1302	1899	0,00 1,00
8	4	2	1302	1899	0,69 1,00
9	5	1	1613	1899	0,85 1,00
10	2	2	1603	1899	0,84 1,00
11	6	1	1250	1899	0,66 1,00
12	2	2	1330	1899	0,70 1,00
13	10	2	2016	1899	1,06 1,00
14	11	2	2261	1899	1,19 1,00
15	12	2	2385	1899	1,26 1,00
16	13	2	1970	1899	1,04 1,00
17	14	2	2281	1899	1,20 1,00
18	15	2	2167	1899	1,14 1,00

Média=	1899
DesvPad=	359
Coef.Var.=	0,19
Mínimo=	1250
Máximo=	2385

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	19	2	2196	2139	1,03 1,00
2	3	3	2196	2139	1,03 1,00
3	20	2	2329	2139	1,09 1,00
4	3	3	2329	2139	1,09 1,00
5	21	2	2085	2139	0,97 1,00
6	3	3	2085	2139	0,97 1,00
7	2	2	2189	2139	1,02 1,00
8	22	3	2195	2139	1,03 1,00
9	23	2	2017	2139	0,94 1,00
10	3	3	2017	2139	0,94 1,00
11	24	2	2015	2139	0,94 1,00
12	3	3	2015	2139	0,94 1,00

Média=	2139
DesvPad=	117
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	2015
Máximo=	2329



BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS - 2º Critério (a)

Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	7	3	2404
2	8	3	2841
3	9	3	2500
4	16	3	1970
5	17	3	2222
6	18	3	3611

Média=	2591	
DesvPad=	578	1155
Coef.Var.=	0,22	
Mínimo=	1970	1436
Máximo=	3611	3747

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	25	3	1637
2	26	3	1804
3	27	3	2486

Média=	1976	900
DesvPad=	450	
Coef.Var.=	0,23	
Mínimo=	1637	1076
Máximo=	2486	2876

Ensaio Diretos (S)

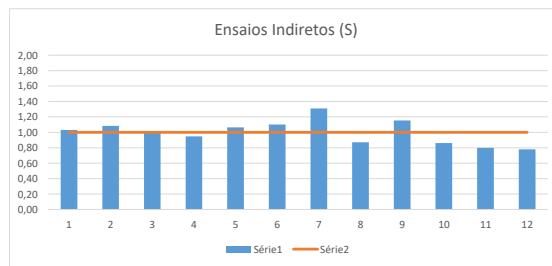
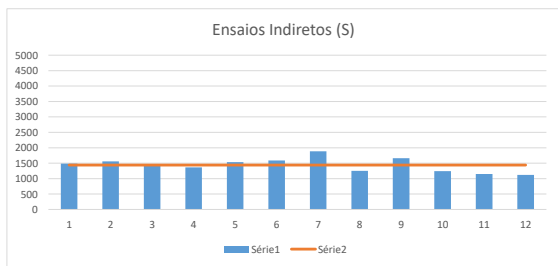
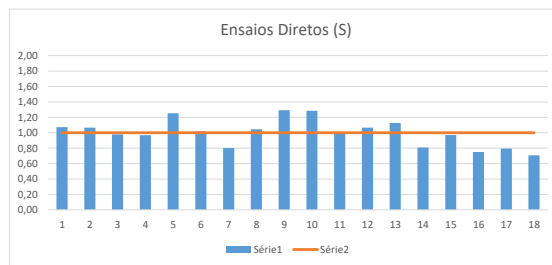
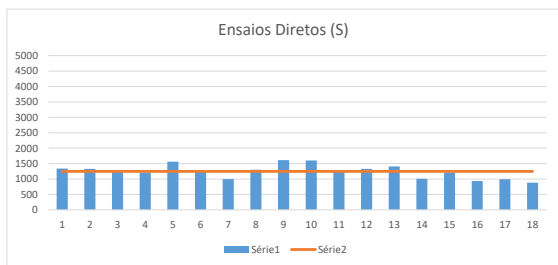
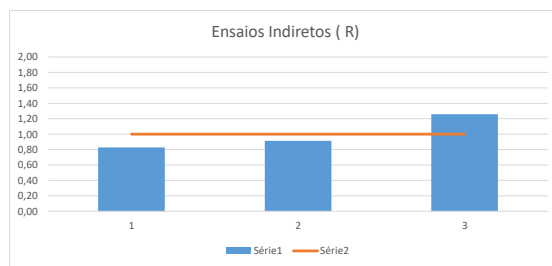
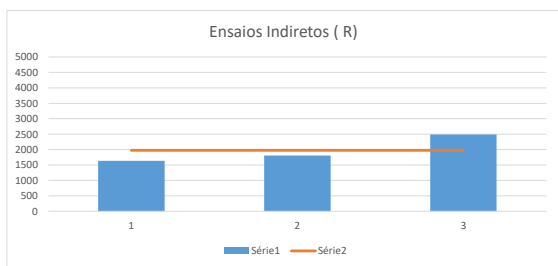
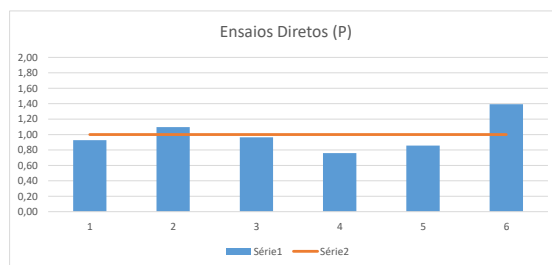
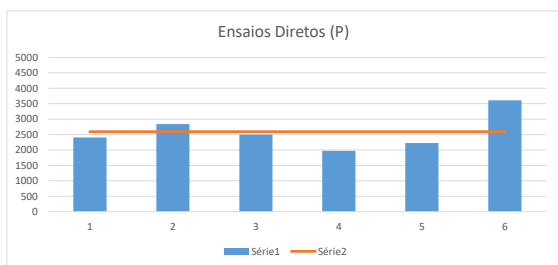
Ensaio	AC	Velocidade	
1	1	1	1337
2	1	2	1330
3	2	1	1220
4	2	2	1208
5	3	1	1563
6	3	2	1269
7	4	1	1000
8	4	2	1302
9	5	1	1613
10	5	2	1603
11	6	1	1250
12	6	2	1330
13	10	2	1405
14	11	2	1008
15	12	2	1209
16	13	2	935
17	14	2	992
18	15	2	881

Média=	1247	441
DesvPad=	221	
Coef.Var.=	0,18	
Mínimo=	881	806
Máximo=	1613	1689

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	19	1	1484
2	2	2	1559
3	20	1	1438
4	2	2	1365
5	21	1	1533
6	2	2	1586
7	22	1	1885
8	2	2	1253
9	23	1	1661
10	2	2	1240
11	24	1	1150
12	2	2	1122

Média=	1440	451
DesvPad=	225	
Coef.Var.=	0,16	
Mínimo=	1122	989
Máximo=	1885	1891



BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS - 2º Critério (b)

Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	7	3	4167	3600	1,16 1,00
2	8	3	3125	3600	0,87 1,00
3	9	3	3125	3600	0,87 1,00
4	16	3	-	3600	- 1,00
5	17	3	4333	3600	1,20 1,00
6	18	3	3250	3600	0,90 1,00

Média=	3600	
DesvPad=	598	1197
Coef.Var.=	0,17	
Mínimo=	3125	2403
Máximo=	4333	4797

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	25	3	-
2	26	3	-
3	27	3	-

Média=	-
DesvPad=	-
Coef.Var.=	-
Mínimo=	-
Máximo=	-

Ensaio Diretos (S)

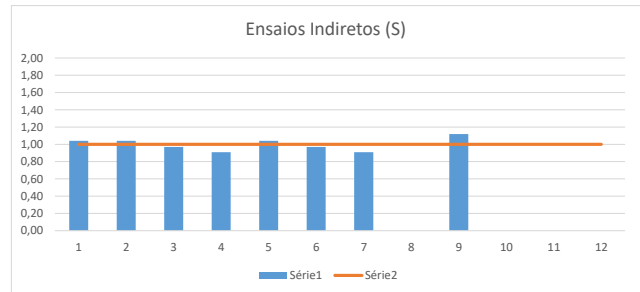
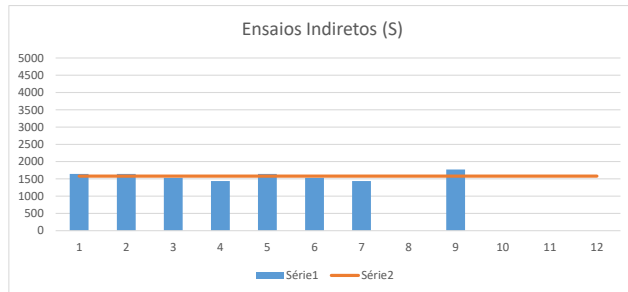
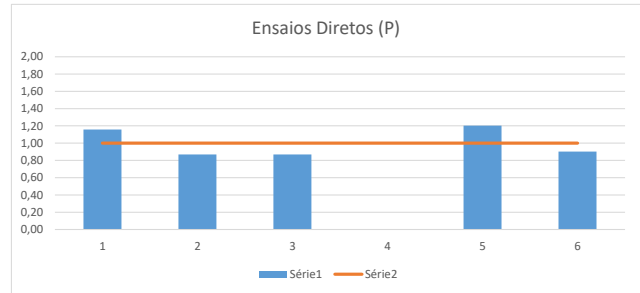
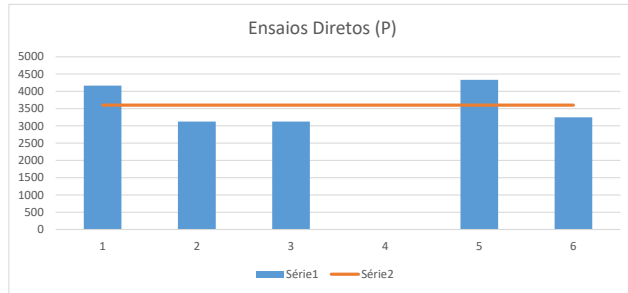
Ensaio	AC	Velocidade	
1	1	2	-
2	2	2	-
3	2	1	-
4	2	2	-
5	3	1	-
6	2	2	-
7	4	1	-
8	2	2	-
9	5	1	-
10	2	2	-
11	6	1	-
12	2	2	-
13	10	2	-
14	11	2	-
15	12	2	-
16	13	2	-
17	14	2	-
18	15	2	-

Média=	-
DesvPad=	-
Coef.Var.=	-
Mínimo=	-
Máximo=	-

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade			
1	19	2	1643	1580	1,04 1,00
2	2	2	1643	1580	1,04 1,00
3	20	1	1533	1580	0,97 1,00
4	2	2	1438	1580	0,91 1,00
5	21	1	1643	1580	1,04 1,00
6	2	2	1533	1580	0,97 1,00
7	22	1	1438	1580	0,91 1,00
8	2	2	-	1580	- 1,00
9	23	1	1769	1580	1,12 1,00
10	2	2	-	1580	- 1,00
11	24	1	-	1580	- 1,00
12	2	2	-	1580	- 1,00

Média=	1580	
DesvPad=	115	230
Coef.Var.=	0,07	
Mínimo=	1438	1350
Máximo=	1769	1810



BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS - 3º Critério

Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	7	3	3086
2	8	3	2976
3	9	3	3086
4	16	3	3250
5	17	3	3514
6	18	3	3291

Média=	3201	
DesvPad=	192	385
Coef.Var.=	0,06	
Mínimo=	2976	2816
Máximo=	3514	3585

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	25	3	1862
2	26	3	1465
3	27	3	1840

Média=	1722	
DesvPad=	223	447
Coef.Var.=	0,13	
Mínimo=	1465	1276
Máximo=	1862	2169

Ensaio Diretos (S)

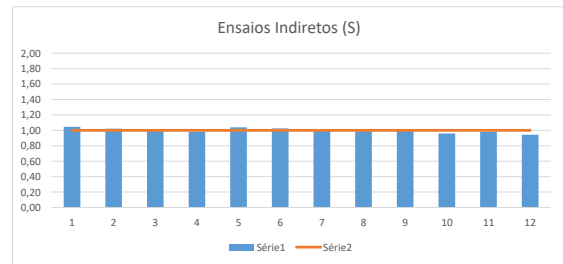
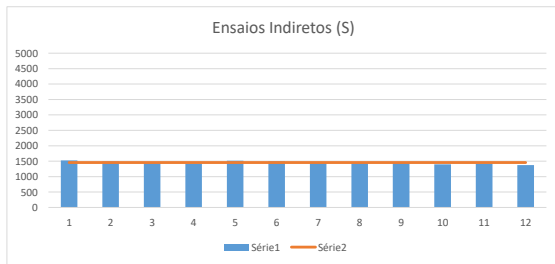
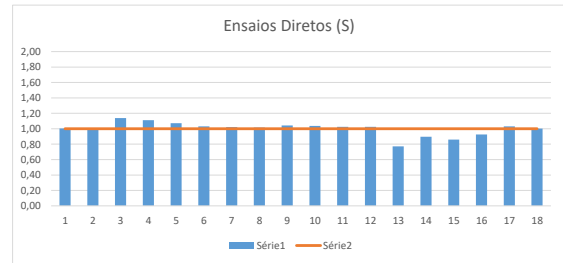
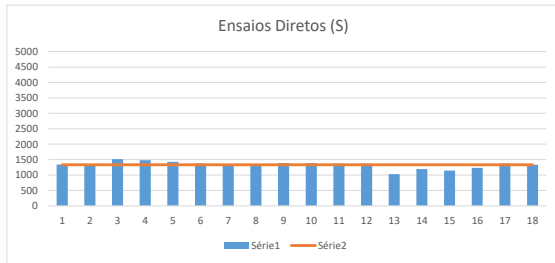
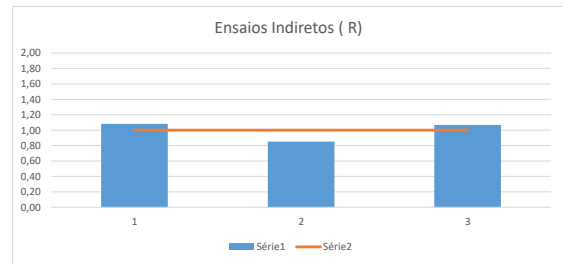
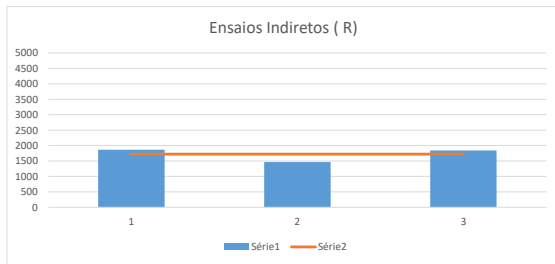
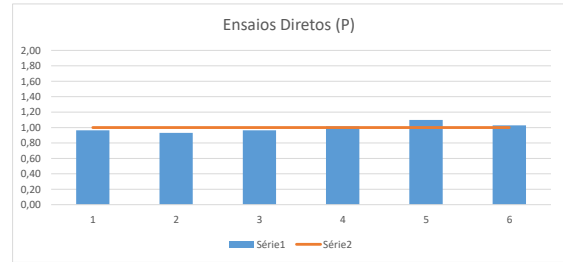
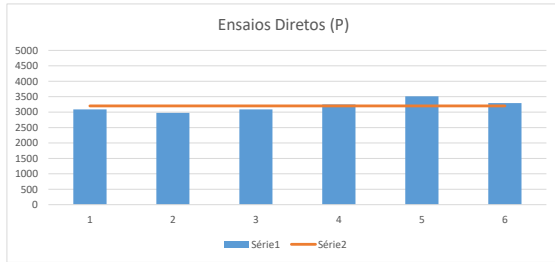
Ensaio	AC	Velocidade	
1	1	1	1337
2	2	2	1323
3	1	1	1515
4	2	2	1479
5	3	1	1429
6	2	2	1374
7	1	1	1359
8	4	2	1351
9	5	1	1389
10	2	2	1381
11	1	1	1366
12	2	2	1366
13	10	2	1028
14	11	2	1193
15	12	2	1145
16	13	2	1232
17	14	2	1374
18	15	2	1333

Média=	1332	
DesvPad=	117	235
Coef.Var.=	0,09	
Mínimo=	1028	1097
Máximo=	1515	1567

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	19	1	1523
2	2	2	1489
3	20	1	1456
4	2	2	1429
5	21	1	1513
6	2	2	1494
7	22	1	1474
8	2	2	1442
9	23	1	1465
10	2	2	1398
11	24	1	1429
12	2	2	1373

Média=	1457	
DesvPad=	45	91
Coef.Var.=	0,03	
Mínimo=	1373	1366
Máximo=	1523	1548



BLOCO DE GRANITO COM CHAPAS - 3º Critério

Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	7	3	3086
2	8	3	2976
3	9	3	3086
4	16	3	3250
5	17	3	3514
6	18	3	3291

Média=	3201
DesvPad=	192
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	2976
Máximo=	3514

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	25	3	1862
2	26	3	1465
3	27	3	1840

Média=	1722
DesvPad=	223
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	1465
Máximo=	1862

Ensaio Diretos (S)

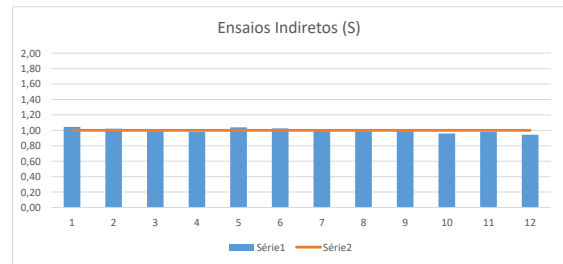
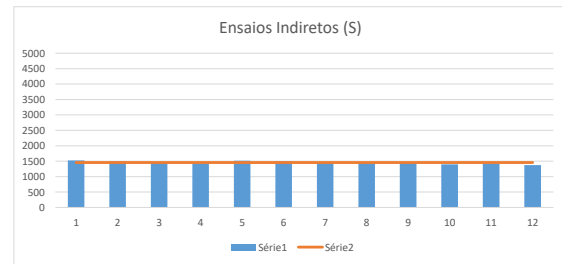
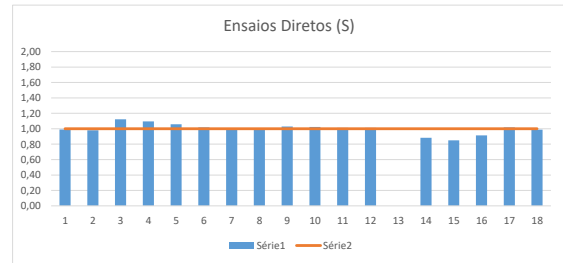
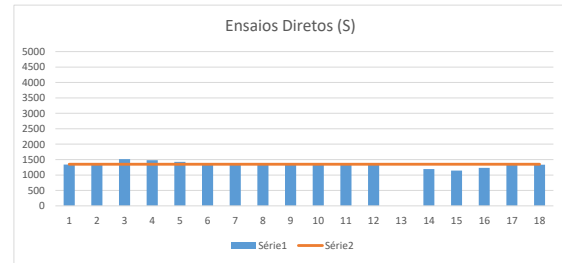
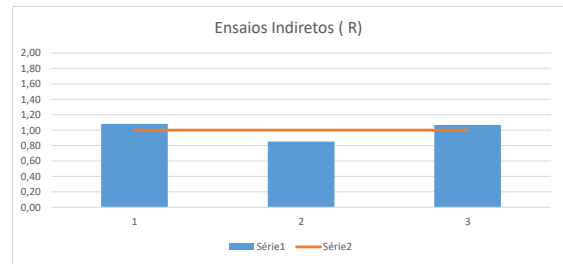
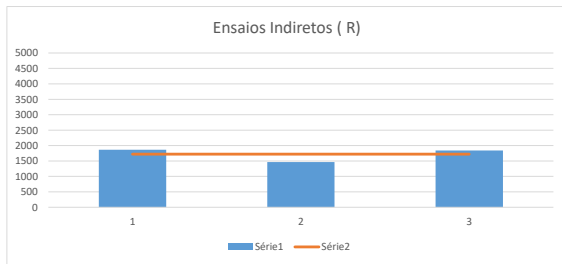
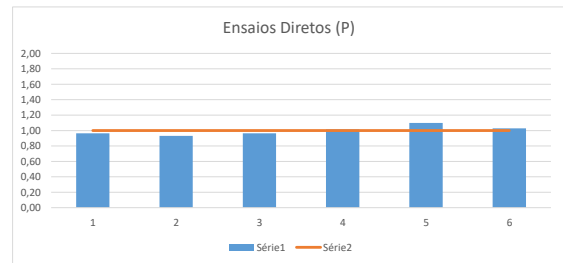
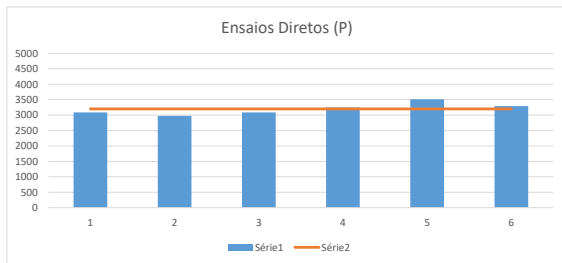
Ensaio	AC	Velocidade	
1	1	2	1337
2	2	2	1323
3	2	2	1515
4	2	2	1479
5	3	1	1429
6	2	2	1374
7	1	1	1359
8	4	2	1351
9	5	1	1389
10	2	2	1381
11	6	1	1366
12	2	2	1366
13	10	2	1350
14	11	2	1193
15	12	2	1145
16	13	2	1232
17	14	2	1374
18	15	2	1333

Média=	1350
DesvPad=	92
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1145
Máximo=	1515

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	19	1	1523
2	2	2	1489
3	20	1	1456
4	2	2	1429
5	21	1	1513
6	2	2	1494
7	22	1	1474
8	2	2	1442
9	23	1	1465
10	2	2	1398
11	24	1	1429
12	2	2	1373

Média=	1457
DesvPad=	45
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	1373
Máximo=	1523



Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	7	3	2596
2	8	3	2453
3	9	3	2548
4	16	3	3234
5	17	3	3270
6	18	3	3372

Média=	2912	
DesvPad=	421	842
Coef.Var.=	0,14	
Mínimo=	2453	2070
Máximo=	3372	3754

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	25	3	2018
2	26	3	1764
3	27	3	1862

Média=	1881	
DesvPad=	128	255
Coef.Var.=	0,07	
Mínimo=	1764	1626
Máximo=	2018	2137

Ensaio Diretos (S)

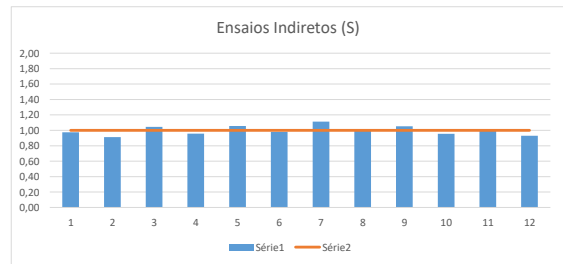
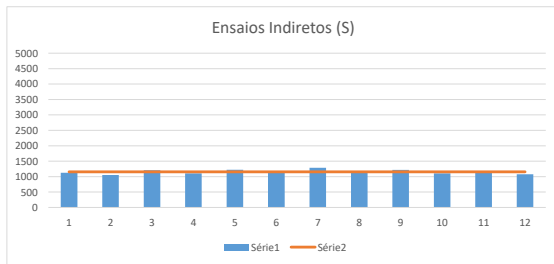
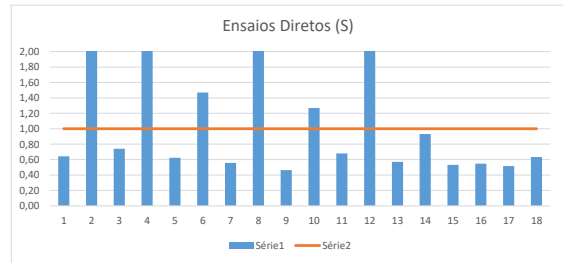
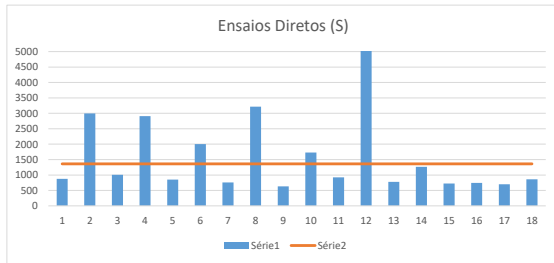
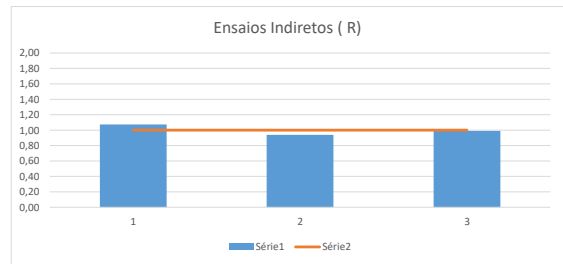
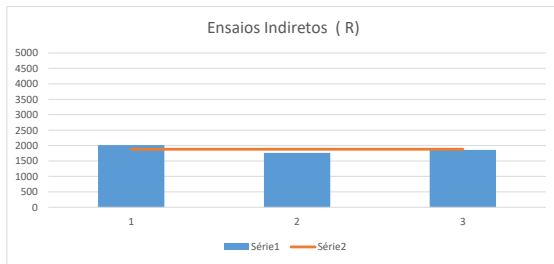
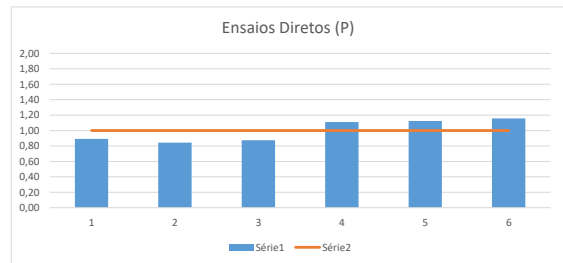
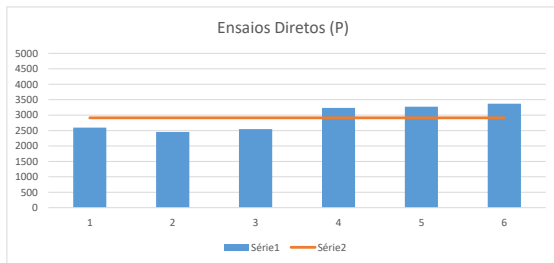
Ensaio	AC	Velocidade	
1	1	2	874
2	2	2	2998
3	2	2	2907
4	3	1	850
5	2	2	2000
6	1	1	758
7	4	2	3218
8	5	1	630
9	2	2	1727
10	1	1	924
11	6	2	5828
12	10	2	778
13	11	2	1267
14	12	2	724
15	13	2	746
16	14	2	703
17	15	2	862

Média=	1600	
DesvPad=	1361	2723
Coef.Var.=	0,85	
Mínimo=	630	-1123
Máximo=	5828	4323

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	19	1	1125
2	2	2	1054
3	20	1	1207
4	2	2	1106
5	21	1	1221
6	2	2	1133
7	22	1	1286
8	2	2	1167
9	23	1	1216
10	2	2	1103
11	24	1	1169
12	2	2	1075

Média=	1155	
DesvPad=	68	137
Coef.Var.=	0,06	
Mínimo=	1054	1018
Máximo=	1286	1292



Ensaio Diretos (P)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	7	3	2596
2	8	3	2453
3	9	3	2548
4	16	3	3234
5	17	3	3270
6	18	3	3372

Média=	2912
DesvPad=	421
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	2453
Máximo=	3372

Ensaio Indiretos (R)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	25	3	2018
2	26	3	1764
3	27	3	1862

Média=	1881
DesvPad=	128
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1764
Máximo=	2018

Ensaio Diretos (S)

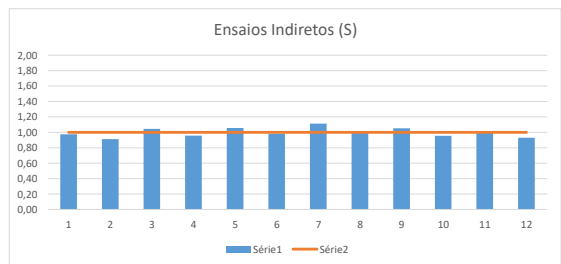
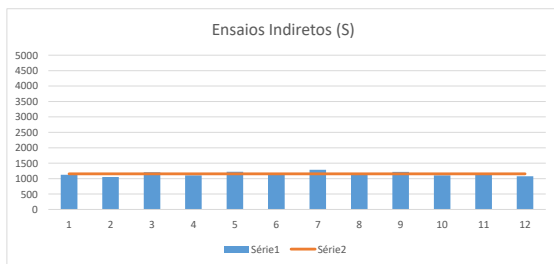
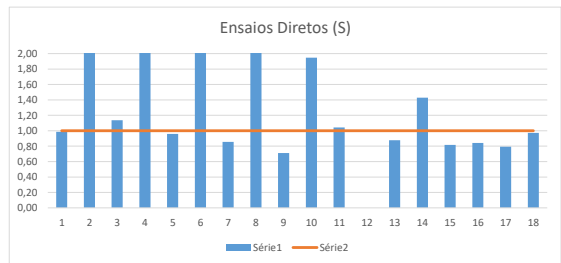
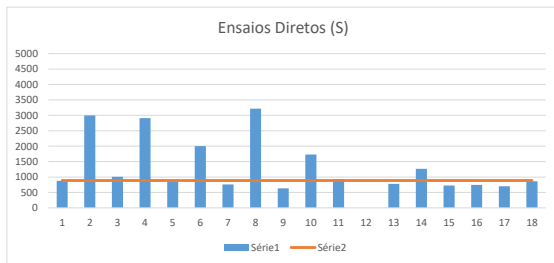
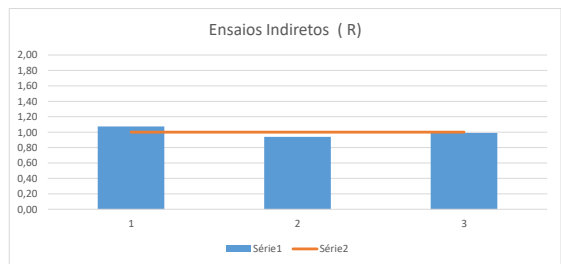
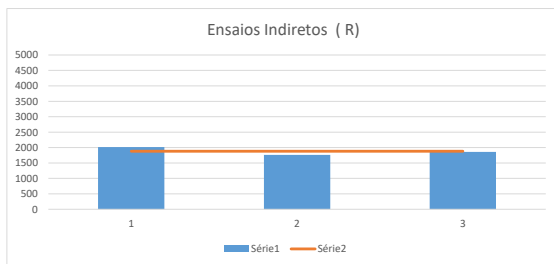
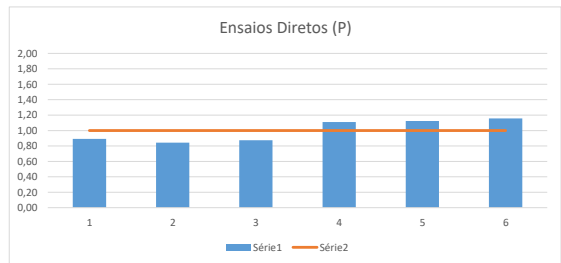
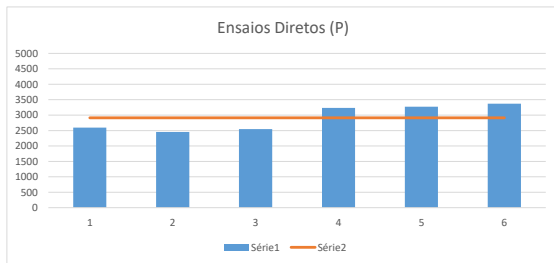
Ensaio	AC	Velocidade	
1	1	1	874
2	2	2	2998
3	2	1	1007
4	2	2	2907
5	3	1	850
6	2	2	2000
7	1	1	758
8	4	2	3218
9	5	1	630
10	2	1	1727
11	6	1	924
12	2	2	3218
13	10	2	778
14	11	2	1267
15	12	2	724
16	13	2	746
17	14	2	703
18	15	2	862

Média=	1351
DesvPad=	887
Coef.Var.=	0,66
Mínimo=	630
Máximo=	3218

Ensaio Indiretos (S)

Ensaio	AC	Velocidade	
1	19	1	1125
2	2	2	1054
3	20	1	1207
4	2	2	1106
5	21	1	1221
6	2	2	1133
7	22	1	1286
8	2	2	1167
9	23	1	1216
10	2	2	1103
11	24	1	1169
12	2	2	1075

Média=	1155
DesvPad=	68
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	1054
Máximo=	1286



ANEXO III

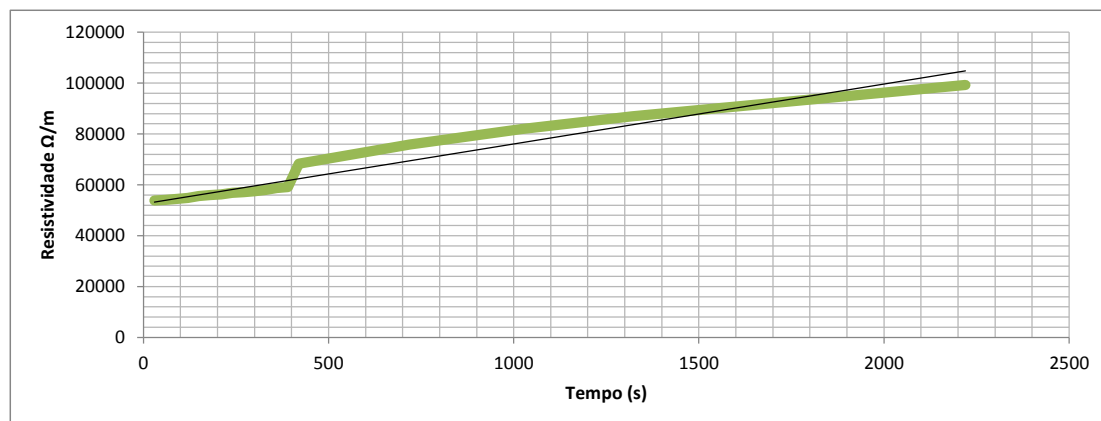
ENSAIOS MÉTODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE EM LABORATÓRIO

**ENSAIOS METODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE
LABORATÓRIO - FEUP**

Ensaio com eletrodos usados - (antigos)

Ensaio	Corrente	Tempo (s)	Eléttodos			Resultado (Ω)	Resultado (Ωm)
			Afastamento (cm)	Gel	Humedecidos com água		
1	0,2	0	0,10	sim	Nenhum	Não leu	Não leu
2	0,2	30	0,10	sim	C1	Não leu	Não leu
3	0,2	60	0,10	sim	C1 e P1	Erro	Erro
4	0,2	90	0,10	sim	C1, P1 e P2	Erro	Erro
5	0,2	120	0,10	sim	1,2,3 e 4	85600	53784

Ensaio	Corrente	Tempo (s)	Eléttodos			Resultado (Ω)	Resistividade (Ωm)
			Afastamento (cm)	Gel	Humedecidos		
1	0,2	30	0,10	sim	Todos	85600	53784
2	0,2	60	0,10	sim	Todos	86000	54035
3	0,2	90	0,10	sim	Todos	86600	54412
4	0,2	120	0,10	sim	Todos	87200	54789
5	0,2	150	0,10	sim	Todos	88400	55543
6	0,2	180	0,10	sim	Todos	89000	55920
7	0,2	210	0,10	sim	Todos	89400	56172
8	0,2	240	0,10	sim	Todos	90400	56800
9	0,2	270	0,10	sim	Todos	90900	57114
10	0,2	300	0,10	sim	Todos	91600	57554
11	0,2	330	0,10	sim	Todos	92400	58057
12	0,2	360	0,10	sim	Todos	93500	58748
13	0,2	390	0,10	sim	Todos	94200	59188
14	0,2	420	0,10	sim	Todos	108700	68298
15	0,2	720	0,10	sim	Todos	120700	75838
16	0,2	1020	0,10	sim	Todos	130400	81933
17	0,2	1320	0,10	sim	Todos	138400	86959
18	0,2	2220	0,10	sim	Todos	158100	99337
18	0,2	3120	0,10	sim	Todos	erro	erro

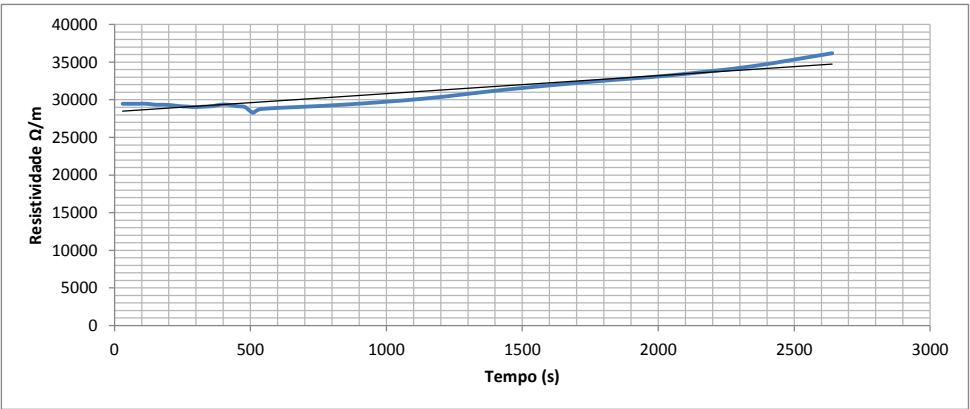


ENSAIOS METODO ELETRICO DA RESISTIVIDADE
LABORATÓRIO - FEUP

Ensaio com eletrodos novos

Ensaio	Corrente	Tempo (s)	Electrodos			Resultado (Ω)	Resultado (Ωm)
			Afastamento (cm)	Gel	Humedecidos com água -		
1	0,2	0	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
2	0,2	30	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
3	0,2	60	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
4	0,2	90	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro
5	0,2	120	0,10	sim	Nenhum	Erro	Erro

Ensaio	Corrente	Tempo (s)	Electrodos			Resultado (Ω)	Resistividade (Ωm)
			Afastamento (cm)	Gel	Humedecidos		
1	0,2	30	0,10	sim	Todos	46900	29468
2	0,2	60	0,10	sim	Todos	46900	29468
3	0,2	90	0,10	sim	Todos	46900	29468
4	0,2	120	0,10	sim	Todos	46900	29468
5	0,2	150	0,10	sim	Todos	46700	29342
6	0,2	180	0,10	sim	Todos	46700	29342
7	0,2	210	0,10	sim	Todos	46600	29280
8	0,2	240	0,10	sim	Todos	46400	29154
9	0,2	270	0,10	sim	Todos	46300	29091
10	0,2	300	0,10	sim	Todos	46200	29028
11	0,2	330	0,10	sim	Todos	46300	29091
12	0,2	360	0,10	sim	Todos	46400	29154
13	0,2	390	0,10	sim	Todos	46700	29342
14	0,2	420	0,10	sim	Todos	46700	29342
15	0,2	450	0,10	sim	Todos	46400	29154
16	0,2	480	0,10	sim	Todos	46200	29028
17	0,2	510	0,10	sim	Todos	45000	28274
18	0,2	540	0,10	sim	Todos	45800	28777
19	0,2	840	0,10	sim	Todos	46700	29342
20	0,2	1140	0,10	sim	Todos	48000	30159
21	0,2	1440	0,10	sim	Todos	49900	31353
22	0,2	1740	0,10	sim	Todos	51500	32358
23	0,2	2040	0,10	sim	Todos	52900	33238
24	0,2	2340	0,10	sim	Todos	54800	34432
25	0,2	2640	0,10	sim	Todos	57600	36191
26	0,2	2940	0,10	sim	Todos	Erro	Erro



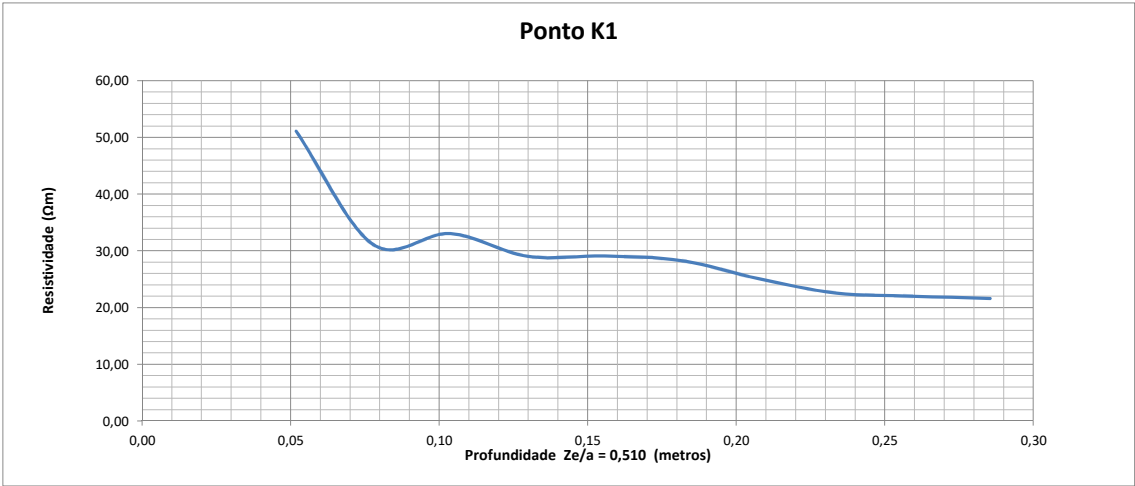
ANEXO IV

ENSAIOS MÉTODO ELÉTRICO DA REISTIVIDADE NO SOLAR DE LAMAS

Ensaio ponto K1



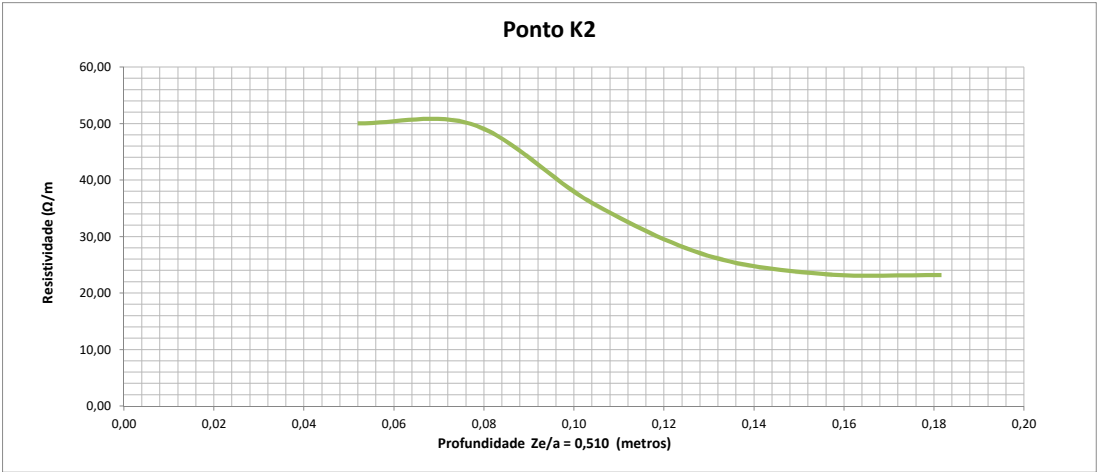
Ensaio	Corrente	Electrodos		Resultado (Ω)	Profundidade	Resistividade (ΩM)
		Afastamento (m)	Gel			
1	0,2	0,10	sim	81,3	0,05	51,08
2	0,2	0,15	sim	49,5	0,08	31,10
3	0,2	0,20	sim	52,6	0,10	33,05
4	0,2	0,25	sim	46,2	0,13	29,03
5	0,2	0,30	sim	46,3	0,16	29,09
6	0,2	0,35	sim	45	0,18	28,27
7	0,2	0,40	sim	39,9	0,21	25,07
8	0,2	0,45	sim	35,9	0,23	22,56
9	0,2	0,50	sim	35	0,26	21,99
10	0,2	0,55	sim	34,4	0,29	21,61



Ensaio ponto K2



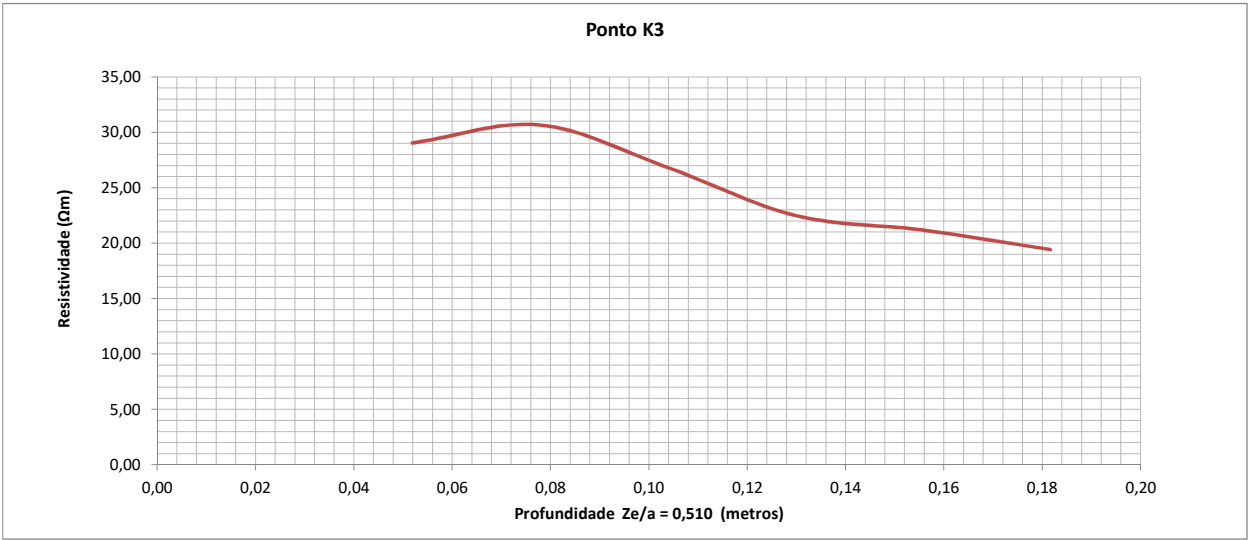
Ensaio	Corrente	Electrodos		Resultado (Ω)	Profundidade	Resistividade (Ωm)
		Afastamento (m)	Gel			
1	0,2	0,10	sim	79,7	0,05	50,08
2	0,2	0,15	sim	79,2	0,08	49,76
3	0,2	0,20	sim	57,4	0,10	36,07
4	0,2	0,25	sim	42,4	0,13	26,64
5	0,2	0,30	sim	37,2	0,16	23,37
6	0,2	0,35	sim	36,9	0,18	23,18



Ensaio ponto K3



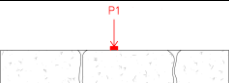
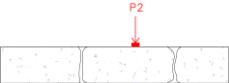
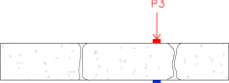
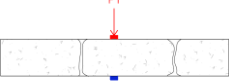
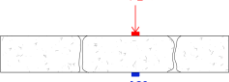
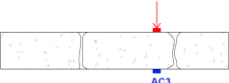
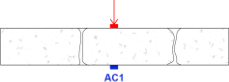
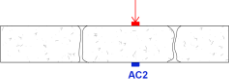
Ensaio	Corrente	Electrodos		Resultado (Ω)	Profundidade	Resistividade (Ωm)
		Afastamento (m)	Gel			
1	0,2	0,10	sim	46,2	0,05	29,03
2	0,2	0,15	sim	48,8	0,08	30,66
3	0,2	0,20	sim	42,7	0,10	26,83
4	0,2	0,25	sim	35,8	0,13	22,49
5	0,2	0,30	sim	33,7	0,16	21,17
6	0,2	0,35	sim	30,9	0,18	19,42

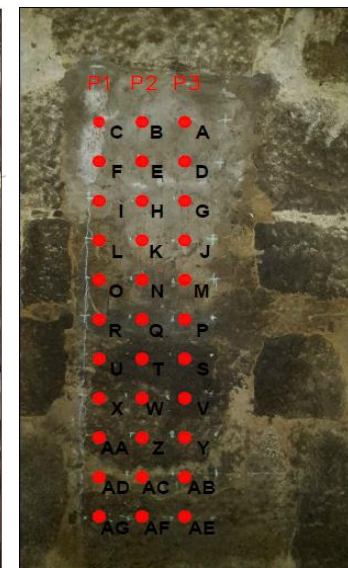
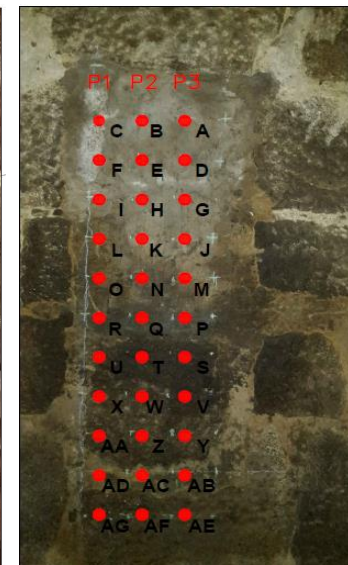


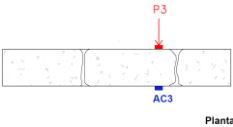
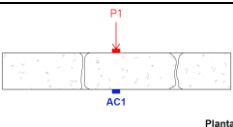
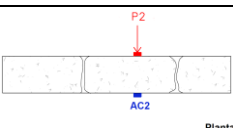
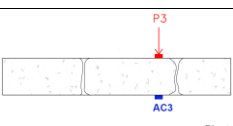
ANEXO V

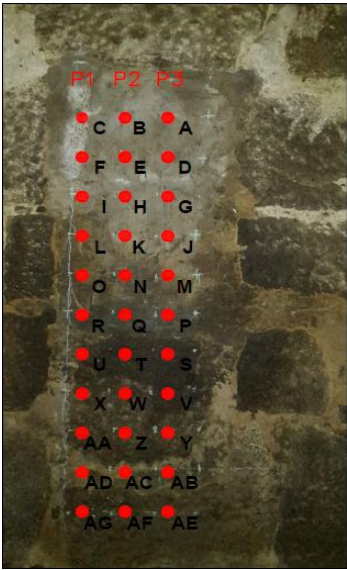
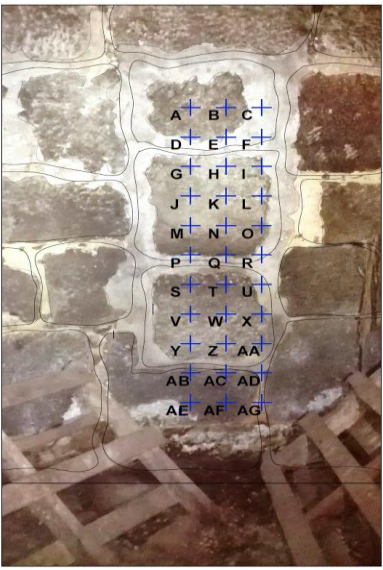
ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS

ENSAIOS DIRETOS SEM CHAPA

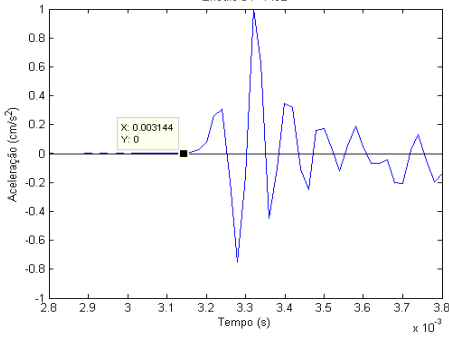
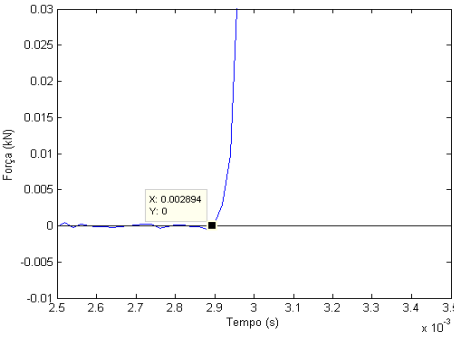
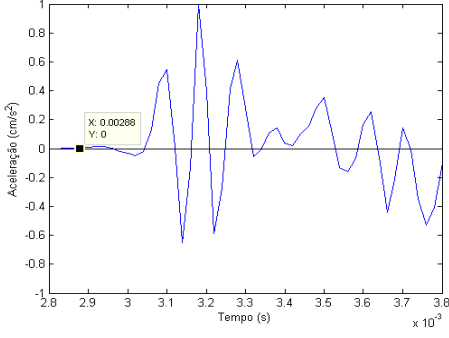
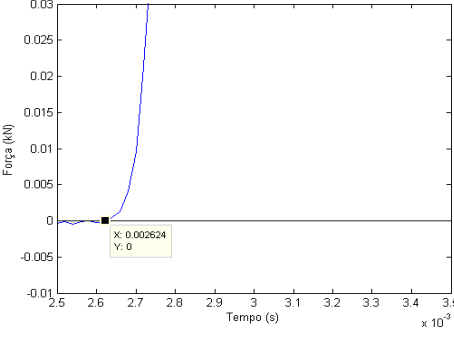
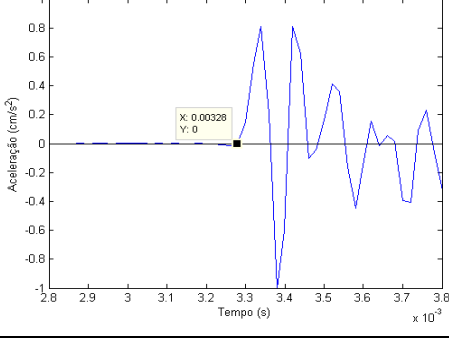
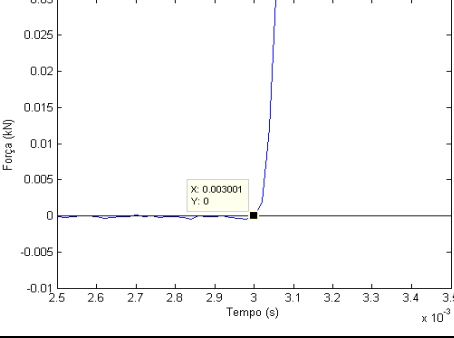
ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÓMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	SENTIDO						
ENSAIO 1	DIRETO	P1	A	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 2	DIRETO	P1	A	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 3	DIRETO	P1	A	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 4	DIRETO	P2	B	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 5	DIRETO	P2	B	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 6	DIRETO	P2	B	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 7	DIRETO	P3	C	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 8	DIRETO	P3	C	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 9	DIRETO	P3	C	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 10	DIRETO	P1	D	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 11	DIRETO	P1	D	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 12	DIRETO	P1	D	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 13	DIRETO	P2	E	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 14	DIRETO	P2	E	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 15	DIRETO	P2	E	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 16	DIRETO	P3	F	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 17	DIRETO	P3	F	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 18	DIRETO	P3	F	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 19	DIRETO	P1	G	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 20	DIRETO	P1	G	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 21	DIRETO	P1	G	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 22	DIRETO	P2	H	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 23	DIRETO	P2	H	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 24	DIRETO	P2	H	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,25	

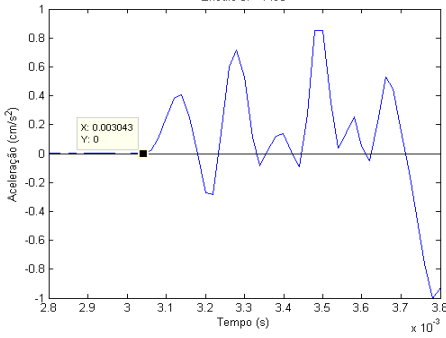
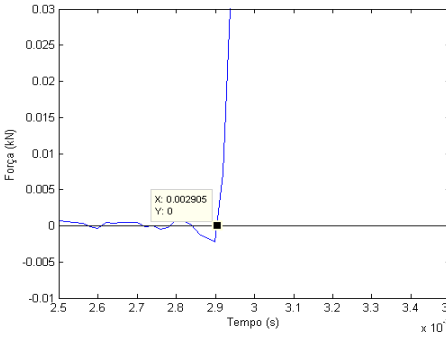
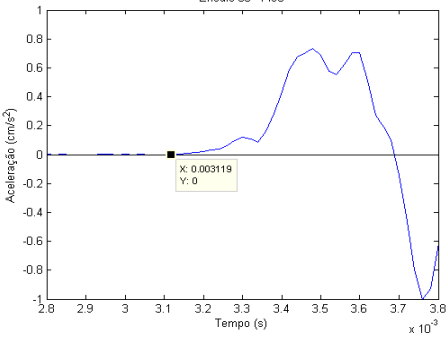
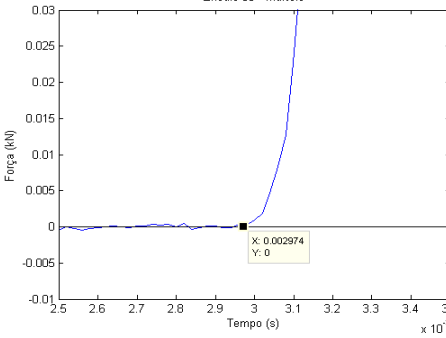
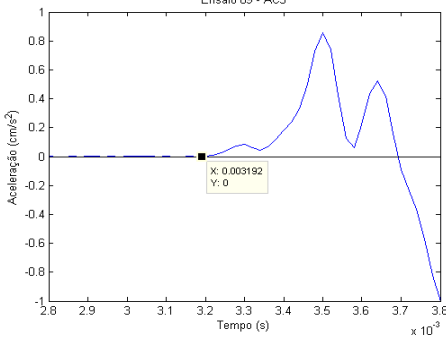
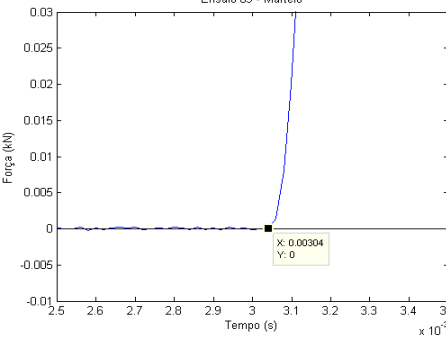


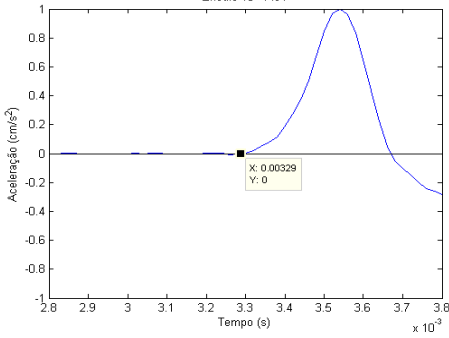
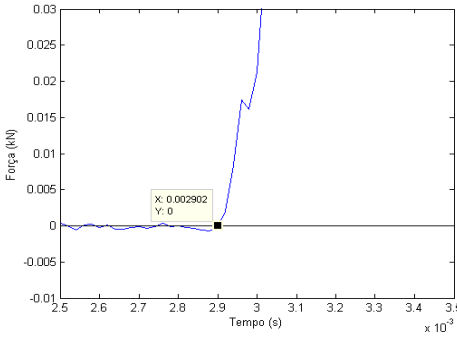
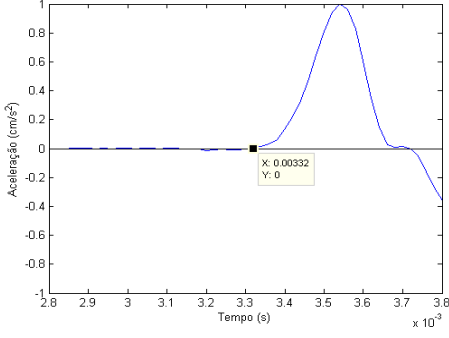
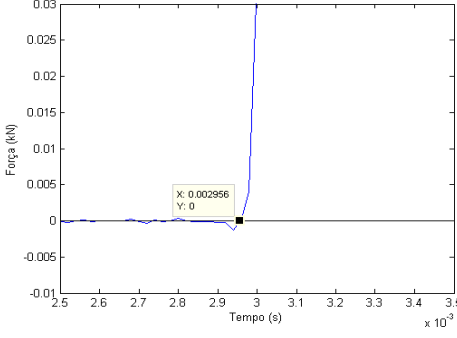
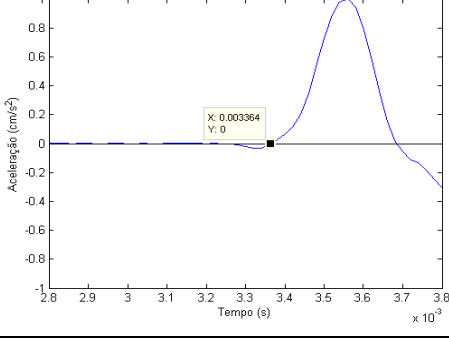
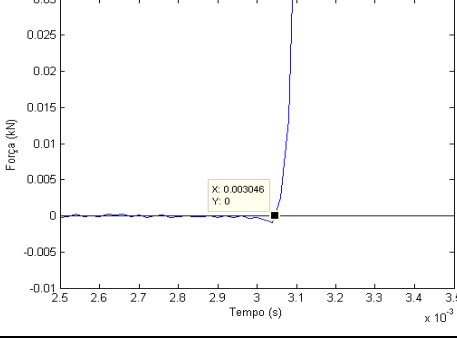
ENSAIO 25	DIRETO	P3	I	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 26	DIRETO	P3	I	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 27	DIRETO	P3	I	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 28	DIRETO	P1	J	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 29	DIRETO	P1	J	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 30	DIRETO	P1	J	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 31	DIRETO	P2	K	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 32	DIRETO	P2	K	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 33	DIRETO	P2	K	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 34	DIRETO	P3	L	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 35	DIRETO	P3	L	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 36	DIRETO	P3	L	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,25	

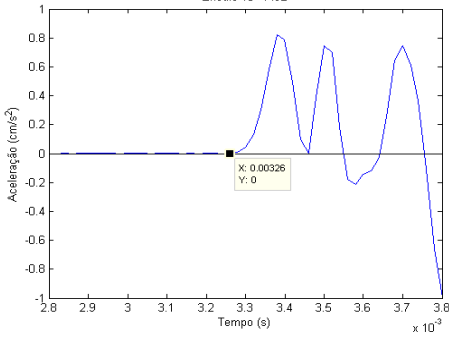
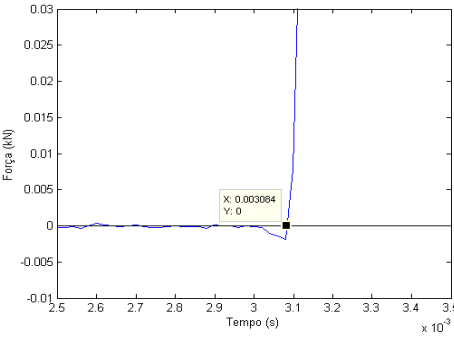
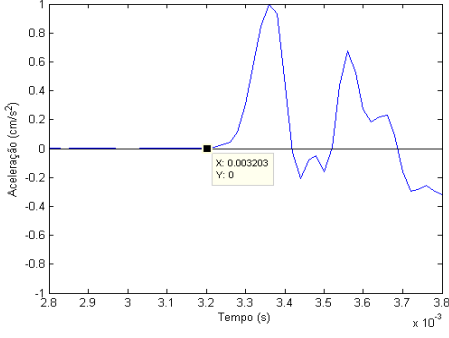
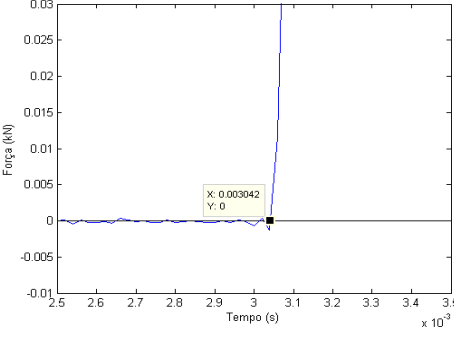
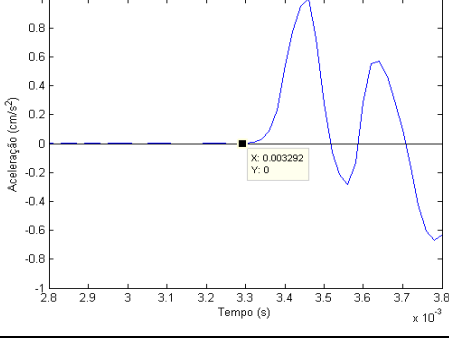
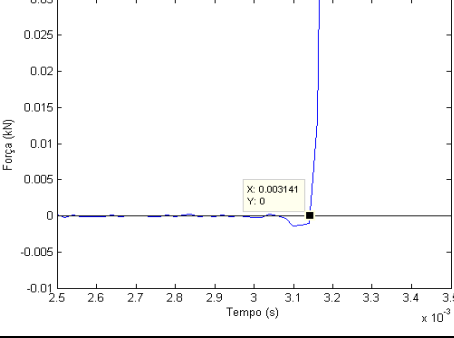


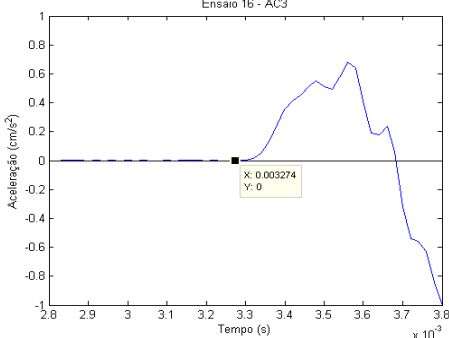
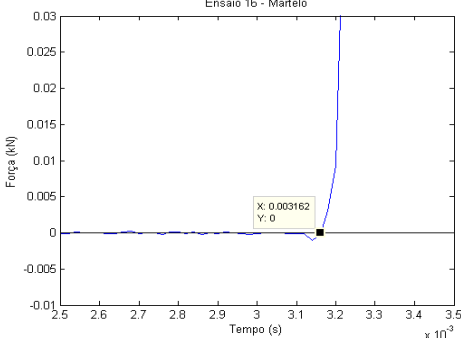
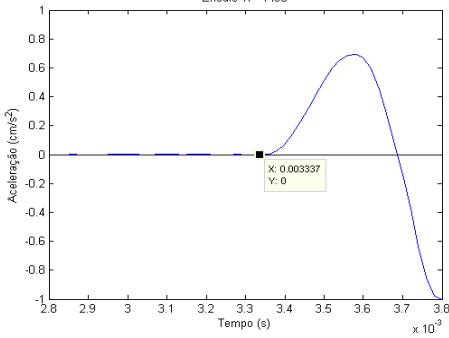
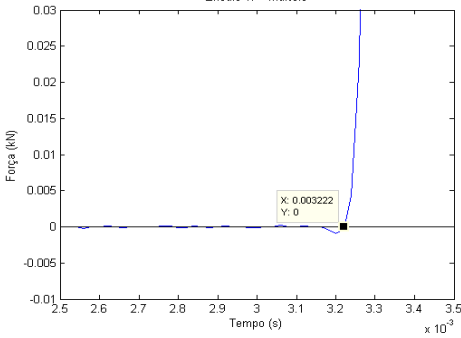
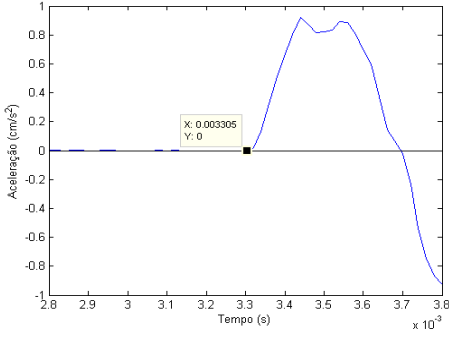
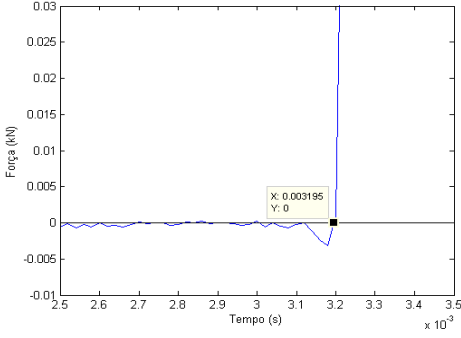
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: A</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: A</p>	
Ensaio 01	<p>Ensaio 01 - AC1</p>	<p>Ensaio 01 - Martelo</p>
Ensaio 02	<p>Ensaio 02 - AC1</p>	<p>Ensaio 02 - Martelo</p>
Ensaio 03	<p>Ensaio 03 - AC1</p>	<p>Ensaio 03 - Martelo</p>

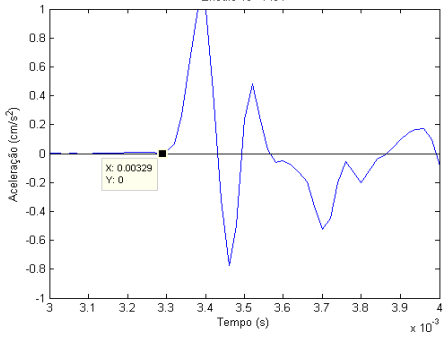
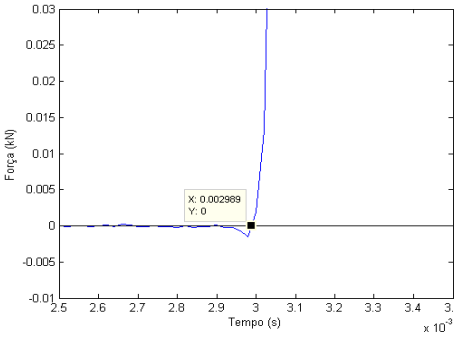
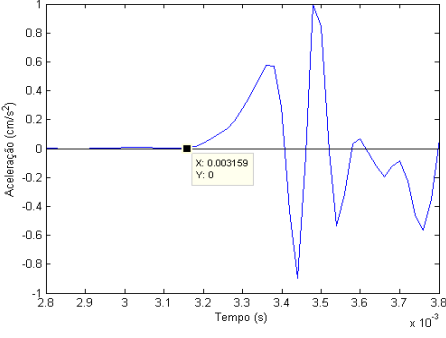
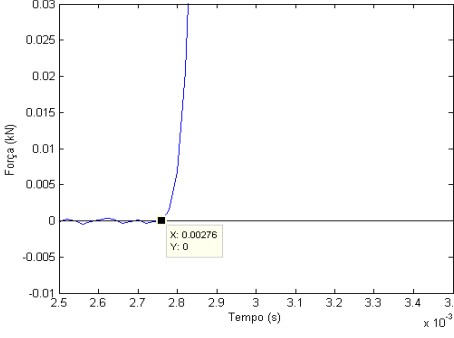
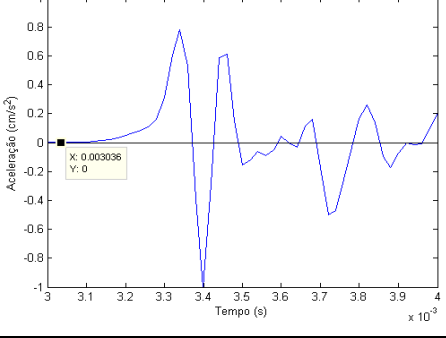
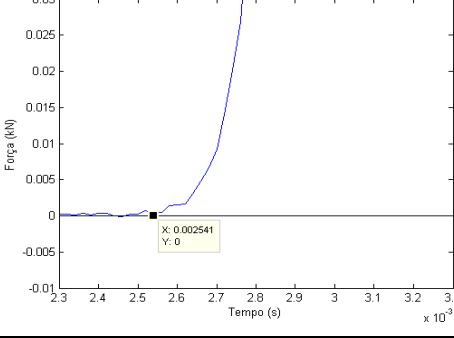
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<div>Ensaio Direto</div> <div>Posição do AC2: B</div> <div>AC2: posição frontal</div> <div>Distância: 0,25</div> <div>Posição do Martelo: B</div>	
Ensaio 04	<div>Ensaio 04 - AC2</div> 	<div>Ensaio 04 - Martelo</div> 
Ensaio 05	<div>Ensaio 05 - AC2</div> 	<div>Ensaio 05 - Martelo</div> 
Ensaio 06	<div>Ensaio 06 - AC2</div> 	<div>Ensaio 06 - Martelo</div> 

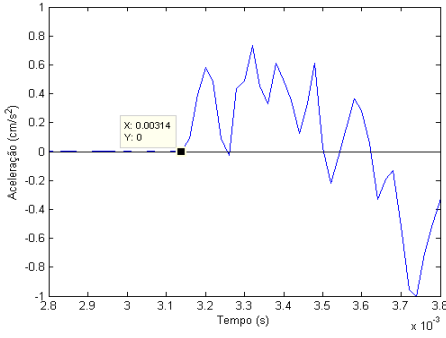
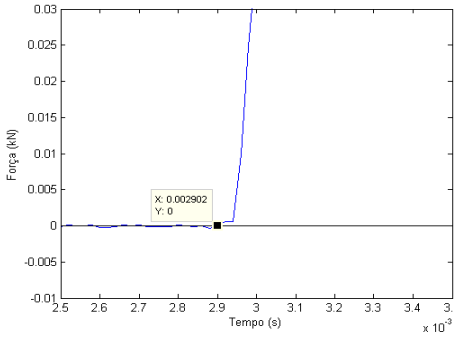
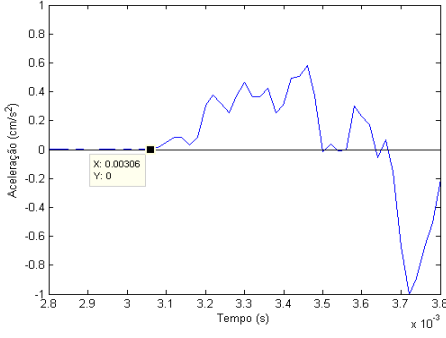
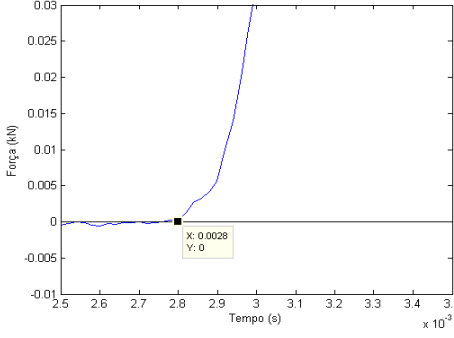
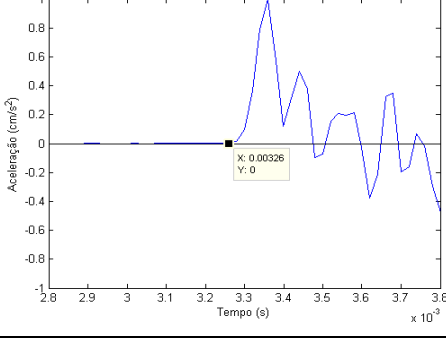
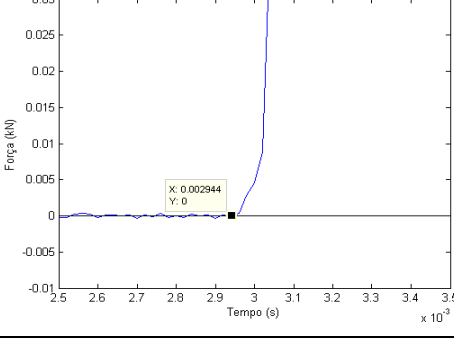
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<div>Ensaio Direto</div> <div>Posição do AC3: C</div> <div>AC3: posição frontal</div> <div>Distância: 0,25</div> <div>Posição do Martelo: C</div>	
Ensaio 07	<div>Ensaio 07 - AC3</div> 	<div>Ensaio 07 - Martelo</div> 
Ensaio 08	<div>Ensaio 08 - AC3</div> 	<div>Ensaio 08 - Martelo</div> 
Ensaio 09	<div>Ensaio 09 - AC3</div> 	<div>Ensaio 09 - Martelo</div> 

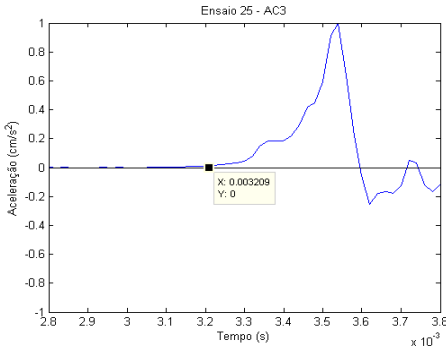
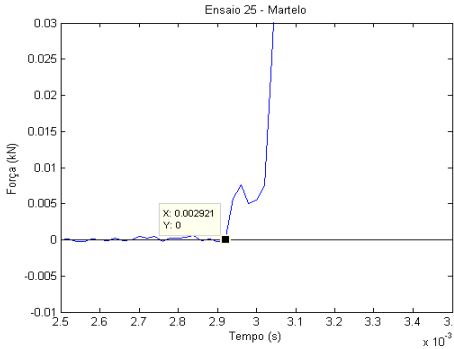
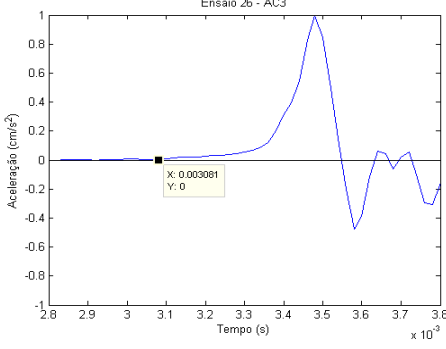
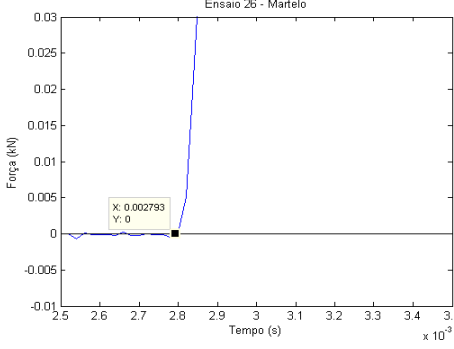
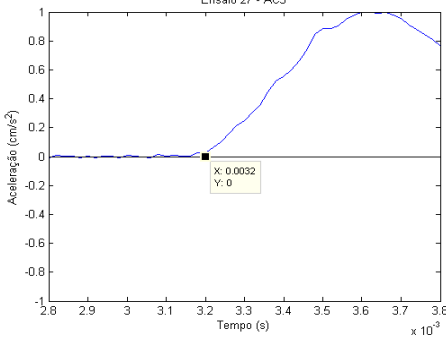
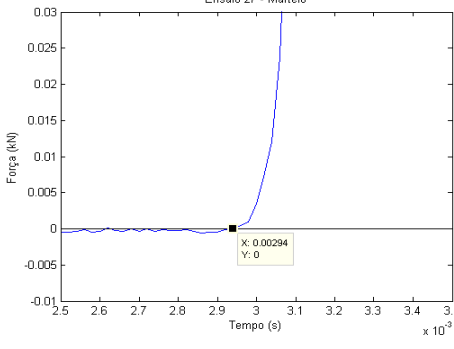
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: D</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: D</p>	
Ensaio 10	<p>Ensaio 10 - AC1</p> 	<p>Ensaio 10 - Martelo</p> 
Ensaio 11	<p>Ensaio 11 - AC1</p> 	<p>Ensaio 11 - Martelo</p> 
Ensaio 12	<p>Ensaio 12 - AC1</p> 	<p>Ensaio 12 - Martelo</p> 

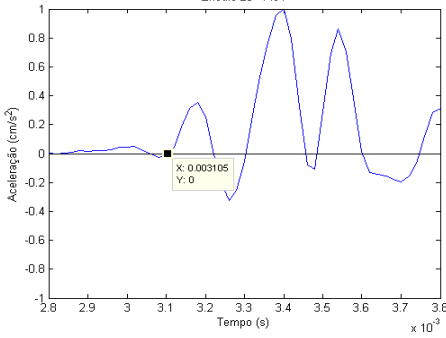
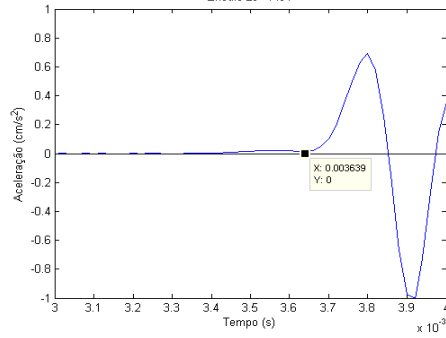
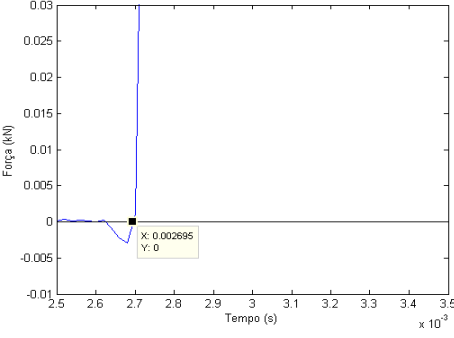
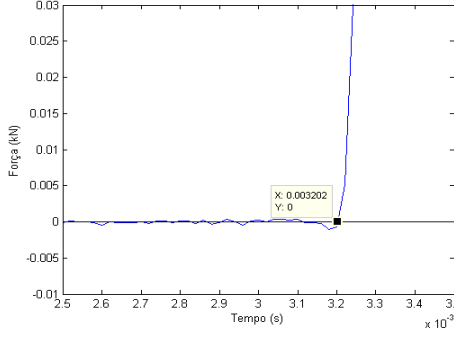
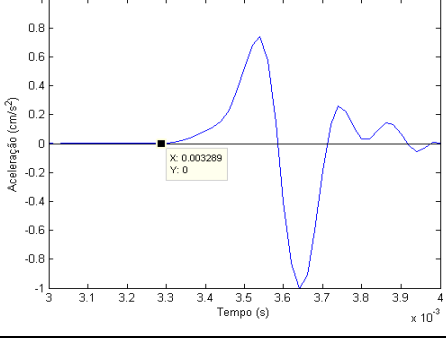
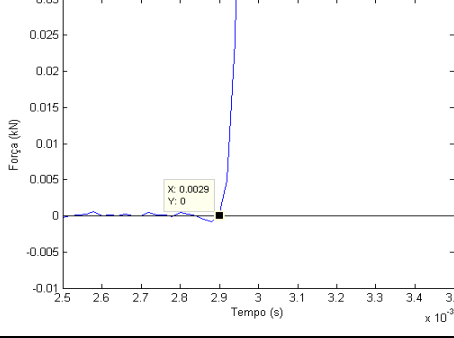
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: E</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: E</p>	
Ensaio 13	<p>Ensaio 13 - AC2</p> 	<p>Ensaio 13 - Martelo</p> 
Ensaio 14	<p>Ensaio 14 - AC2</p> 	<p>Ensaio 14 - Martelo</p> 
Ensaio 15	<p>Ensaio 15 - AC2</p> 	<p>Ensaio 15 - Martelo</p> 

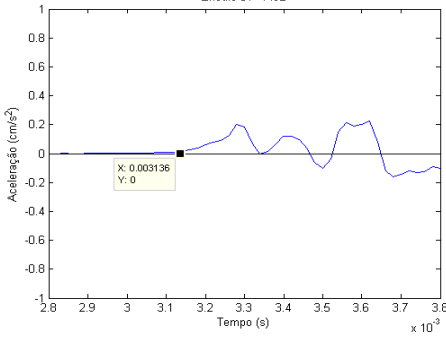
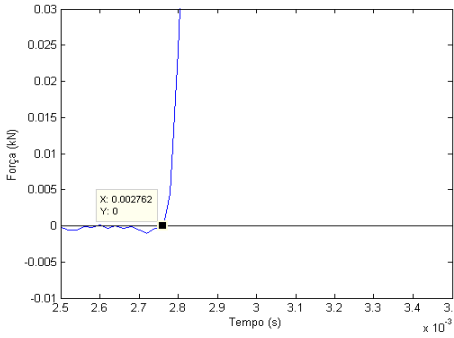
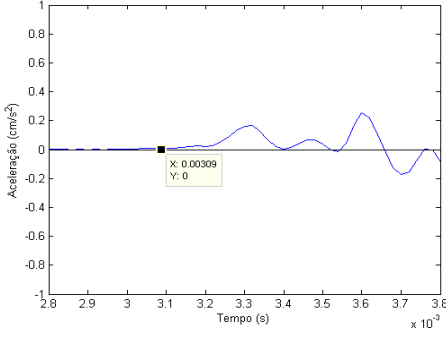
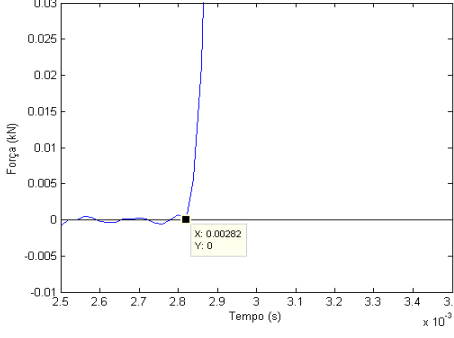
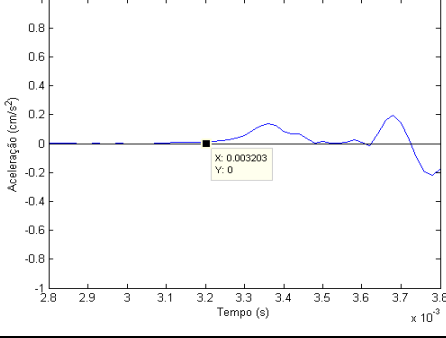
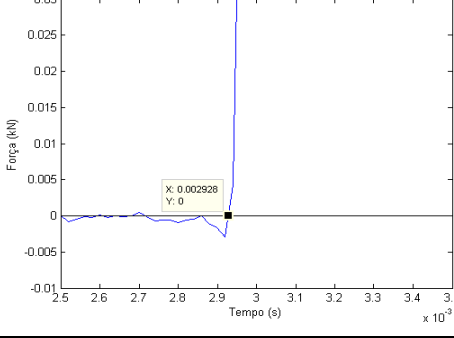
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: F</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: F</p>	
Ensaio 16	<p>Ensaio 16 - AC3</p> 	<p>Ensaio 16 - Martelo</p> 
Ensaio 17	<p>Ensaio 17 - AC3</p> 	<p>Ensaio 17 - Martelo</p> 
Ensaio 18	<p>Ensaio 18 - AC3</p> 	<p>Ensaio 18 - Martelo</p> 

	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: G</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: G</p>	
Ensaio 19	<p>Ensaio 19 - AC1</p> 	<p>Ensaio 19 - Martelo</p> 
Ensaio 20	<p>Ensaio 20 - AC1</p> 	<p>Ensaio 20 - Martelo</p> 
Ensaio 21	<p>Ensaio 21 - AC1</p> 	<p>Ensaio 21 - Martelo</p> 

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: H</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: H</p>	
Ensaio 22	<p>Ensaio 22 - AC2</p> 	<p>Ensaio 22 - Martelo</p> 
Ensaio 23	<p>Ensaio 23 - AC2</p> 	<p>Ensaio 23 - Martelo</p> 
Ensaio 24	<p>Ensaio 24 - AC2</p> 	<p>Ensaio 24 - Martelo</p> 

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: I</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: I</p>	
Ensaio 25	<p>Ensaio 25 - AC3</p> 	<p>Ensaio 25 - Martelo</p> 
Ensaio 26	<p>Ensaio 26 - AC3</p> 	<p>Ensaio 26 - Martelo</p> 
Ensaio 27	<p>Ensaio 27 - AC3</p> 	<p>Ensaio 27 - Martelo</p> 

	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: J</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: J</p>	
Ensaio 28	<p>Ensaio 28 - AC1</p> 	<p>Ensaio 29 - AC1</p> 
Ensaio 29	<p>Ensaio 28 - Martelo</p> 	<p>Ensaio 29 - Martelo</p> 
Ensaio 30	<p>Ensaio 30 - AC1</p> 	<p>Ensaio 30 - Martelo</p> 

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: K</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: K</p>	
Ensaio 31	<p>Ensaio 31 - AC2</p> 	<p>Ensaio 31 - Martelo</p> 
Ensaio 32	<p>Ensaio 32 - AC2</p> 	<p>Ensaio 32 - Martelo</p> 
Ensaio 33	<p>Ensaio 33 - AC2</p> 	<p>Ensaio 33 - Martelo</p> 

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: L</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: L</p>	
Ensaio 34	<p>Ensaio 34 - AC3</p>	<p>Ensaio 34 - Martelo</p>
Ensaio 35	<p>Ensaio 35 - AC3</p>	<p>Ensaio 35 - Martelo</p>
Ensaio 36	<p>Ensaio 36 - AC3</p>	<p>Ensaio 36 - Martelo</p>

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,003422	0,25	1374

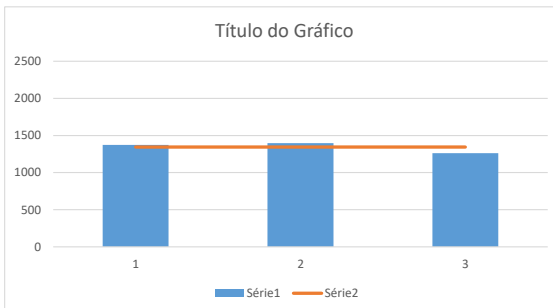
Ensaio	Velocidade
1	1374
2	1397
3	1263

Média=	1344	
DPad=	72	143,3
CVar=	0,05	
Mín=	1263	1201
Máx=	1397	1488

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00322	0,0034	0,25	1397



ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00344	0,25	1263

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00289	0,00314	0,25	1000

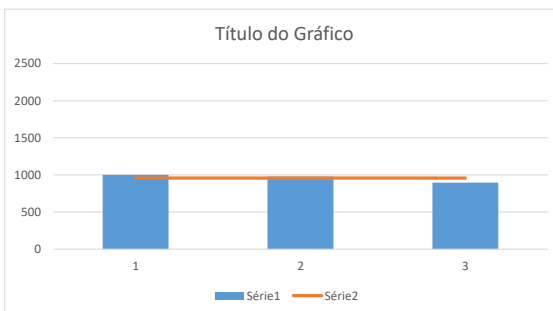
Ensaio	Velocidade
4	1000
5	977
6	896

Média=	958	
DPad=	55	109
CVar=	0,06	
Mín=	896	849
Máx=	1000	1067

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00262	0,00288	0,25	977



ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,003	0,00328	0,25	896

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00291	0,003043	0,25	1812

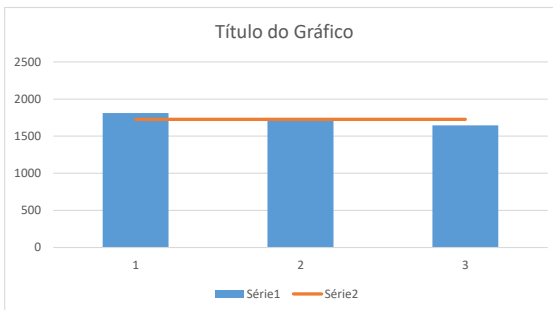
Ensaio	Velocidade
7	1812
8	1724
9	1645

Média=	1727	
DPad=	83	166,9
CVar=	0,05	
Mín=	1645	1560
Máx=	1812	1894

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00297	0,003119	0,25	1724



ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00304	0,003192	0,25	1645

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,0029	0,00329	0,25	644

Ensaio	Velocidade
10	644
11	598
12	786

Média=	676
DPad=	98
CVar=	0,14
Mín=	598
Máx=	786

676
676
676

196
480
872

ENSAIO 11

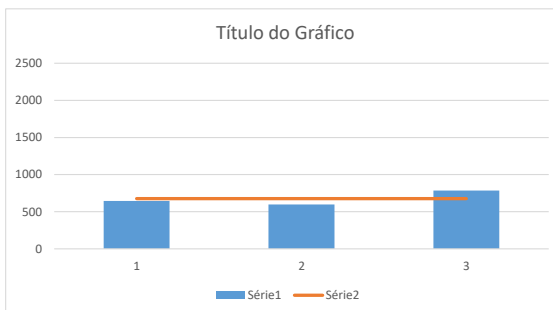
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,0029	0,00332	0,25	598

ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00305	0,003364	0,25	786



SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 13

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00308	0,00326	0,25	1420

Ensaio	Velocidade
13	1420
14	1553
15	1645

Média=	1539
DPad=	113
CVar=	0,07
Mín=	1420
Máx=	1645

1539
1539
1539

225,5
1314
1765

ENSAIO 14

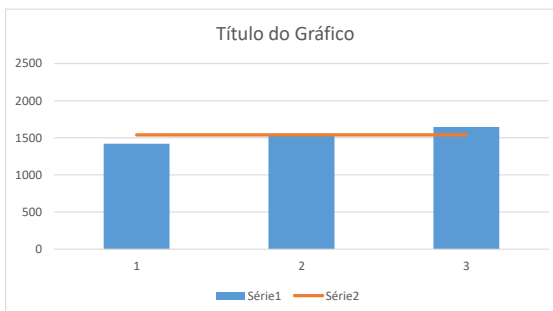
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00304	0,003203	0,25	1553

ENSAIO 15

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00314	0,003292	0,25	1645



SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 16

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00316	0,003274	0,25	2232

Ensaio	Velocidade
16	2232
17	2174
18	2273

Média=	2226
DPad=	50
CVar=	0,02
Mín=	2174
Máx=	2273

2226
2226
2226

99,34
2127
2326

ENSAIO 17

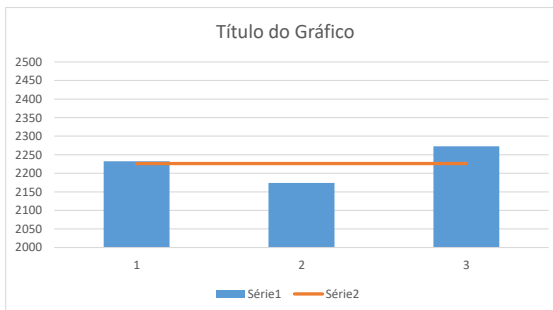
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00322	0,003337	0,25	2174

ENSAIO 18

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,0032	0,003305	0,25	2273



SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 19

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00299	0,003291	0,25	828

Ensaio	Velocidade
19	828
20	641
21	501

657
657
657

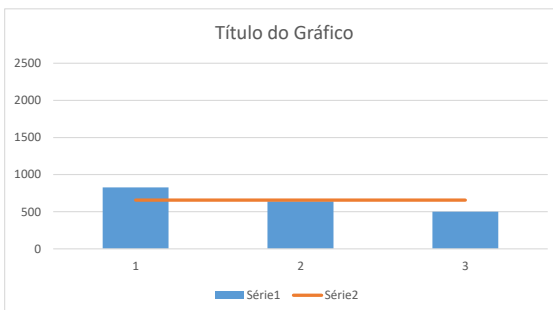
Média=	657
DPad=	164
CVar=	0,25
Mín=	501
Máx=	828

327,9
329
985

ENSAIO 20

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00276	0,00315	0,25	641



ENSAIO 21

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00254	0,00304	0,25	501

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 22

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,0029	0,00314	0,25	1050

Ensaio	Velocidade
22	1050
23	962
24	791

934
934
934

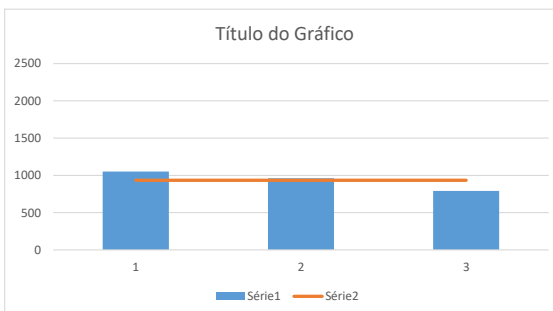
Média=	934
DPad=	132
CVar=	0,14
Mín=	791
Máx=	1050

263,5
671
1198

ENSAIO 23

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,0028	0,00306	0,25	962



ENSAIO 24

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00294	0,00326	0,25	791

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 25

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00292	0,003209	0,25	868

Ensaio	Velocidade
25	868
26	868
27	962

899
899
899

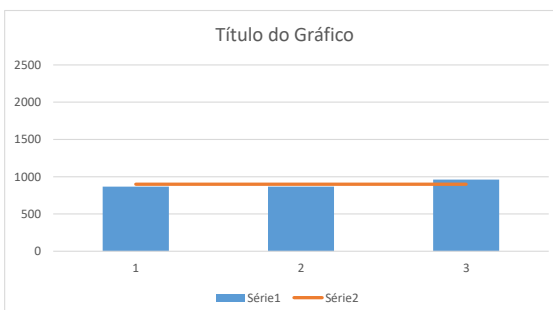
Média=	899
DPad=	54
CVar=	0,06
Mín=	868
Máx=	962

107,9
791
1007

ENSAIO 26

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00279	0,003081	0,25	868



ENSAIO 27

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00294	0,0032	0,25	962

SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 28

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,0027	0,003105	0,25	610

Ensaio	Velocidade	
28	610	608
29	572	608
30	643	608

Média=	608	
DPad=	35	70,64
CVar=	0,06	
Mín=	572	538
Máx=	643	679

ENSAIO 29

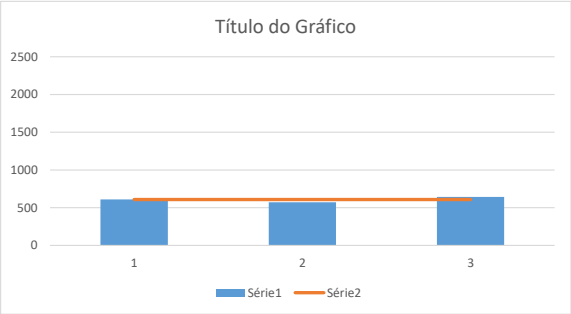
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,0032	0,003639	0,25	572

ENSAIO 30

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,0029	0,003289	0,25	643



SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 31

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00276	0,003055	0,25	853

Ensaio	Velocidade	
31	853	896
32	926	896
33	909	896

Média=	896	
DPad=	38	76,09
CVar=	0,04	
Mín=	853	820
Máx=	926	972

ENSAIO 32

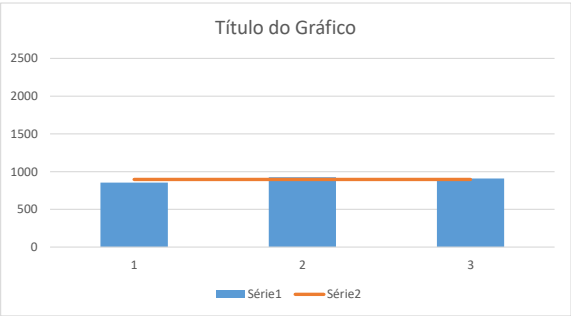
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00282	0,00309	0,25	926

ENSAIO 33

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00293	0,003203	0,25	909



SOLAR DE LAMAS DIRETOS

ENSAIO 34

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00279	0,00291	0,25	2137

Ensaio	Velocidade	
34	2137	2143
35	2294	2143
36	2000	2143

Média=	2143	
DPad=	147	293,8
CVar=	0,07	
Mín=	2000	1850
Máx=	2294	2437

ENSAIO 35

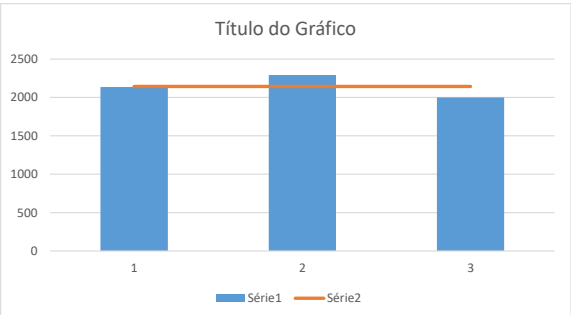
3º Critério

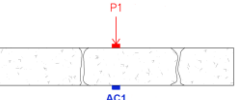
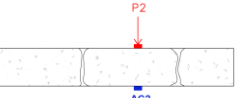
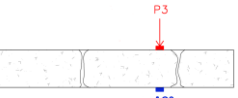
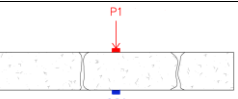
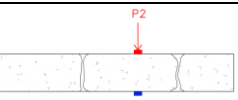
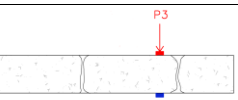
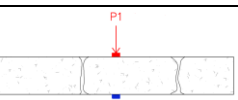
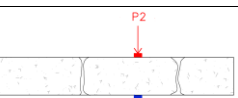
Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,0031	0,003211	0,25	2294

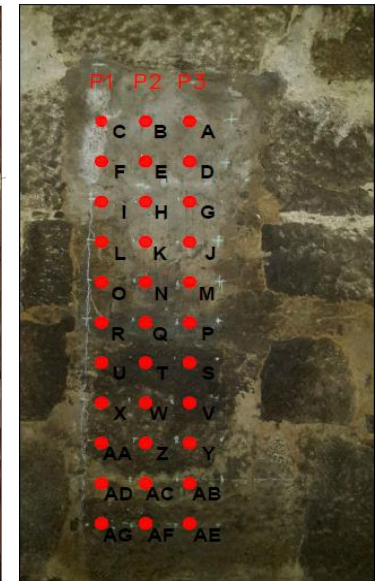
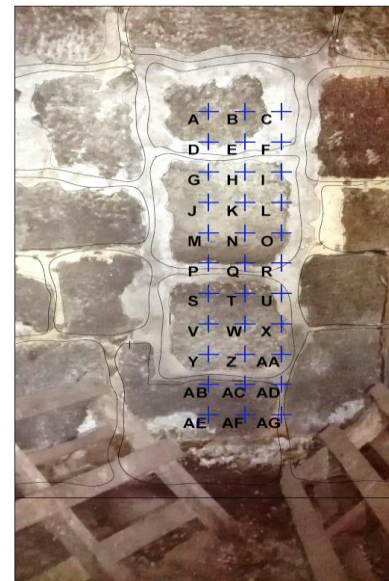
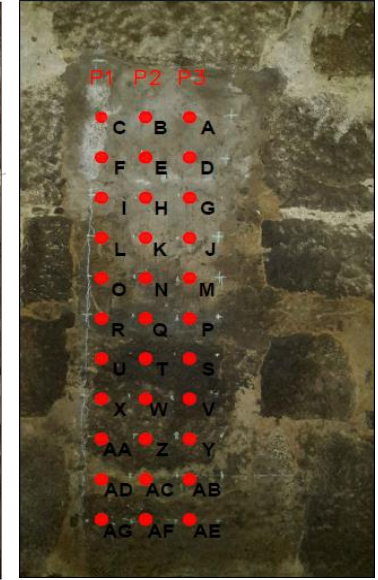
ENSAIO 36

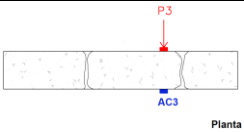
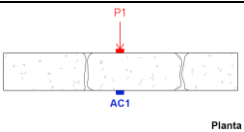
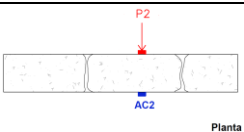
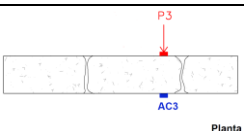
3º Critério

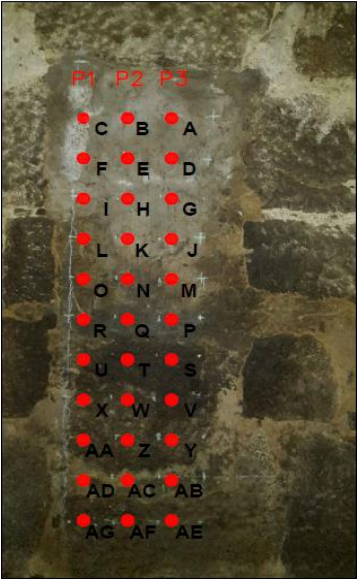
Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00271	0,00283	0,25	2000

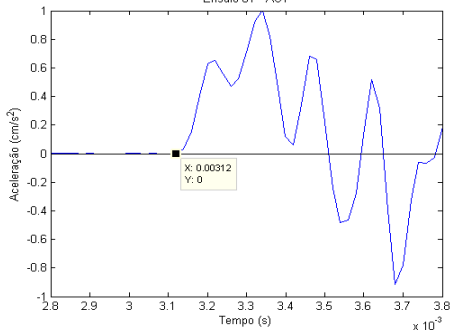
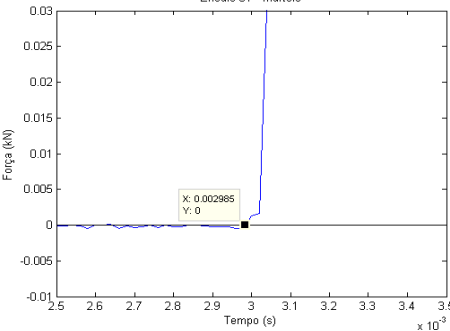
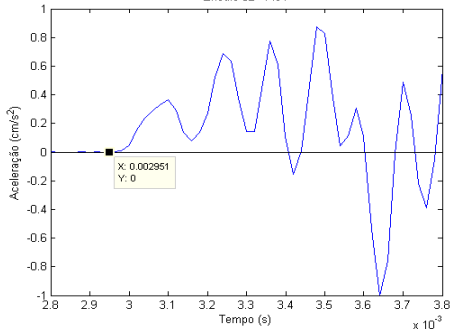
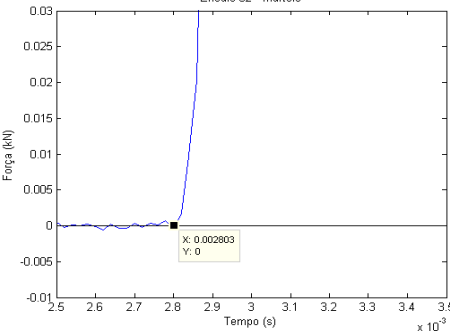
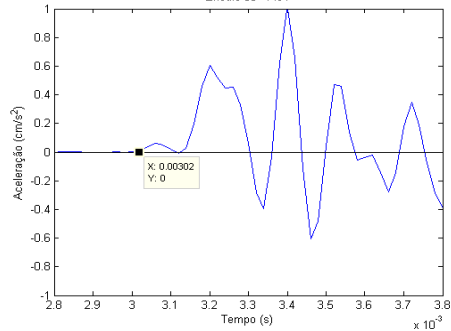
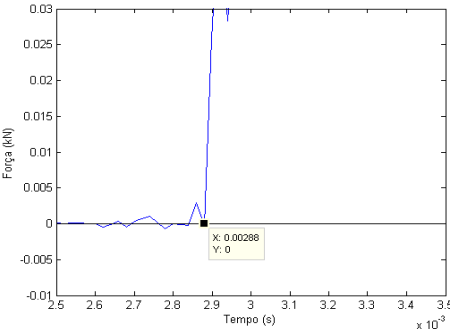


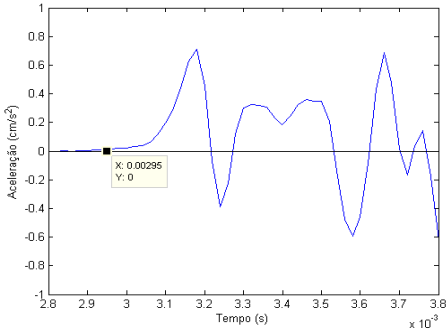
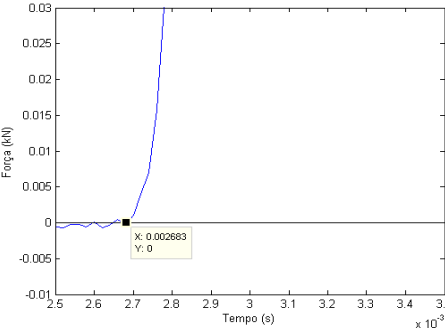
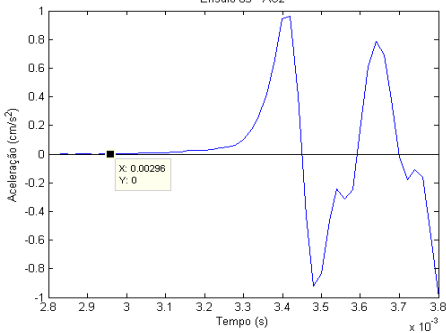
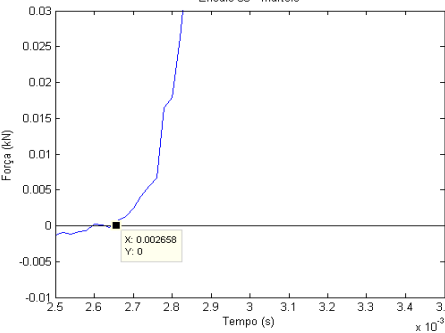
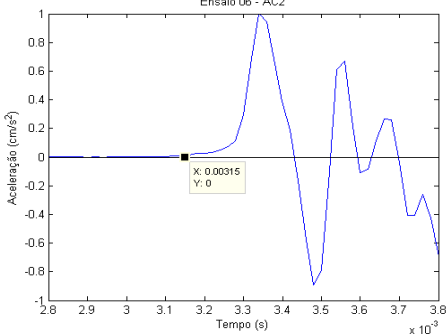
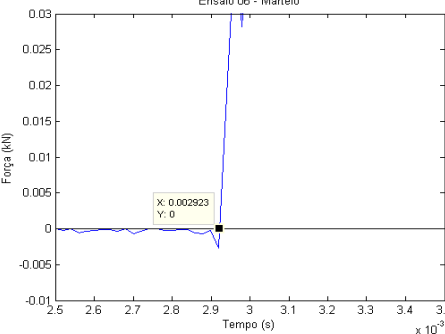
ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÓMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	SENTIDO						
ENSAIO 1	DIRETO	P1	M	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 2	DIRETO	P1	M	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 3	DIRETO	P1	M	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 4	DIRETO	P2	N	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 5	DIRETO	P2	N	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 6	DIRETO	P2	N	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 7	DIRETO	P3	O	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 8	DIRETO	P3	O	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 9	DIRETO	P3	O	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 10	DIRETO	P1	P	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 11	DIRETO	P1	P	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 12	DIRETO	P1	P	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 13	DIRETO	P2	Q	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 14	DIRETO	P2	Q	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 15	DIRETO	P2	Q	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 16	DIRETO	P3	R	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 17	DIRETO	P3	R	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 18	DIRETO	P3	R	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 19	DIRETO	P1	S	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 20	DIRETO	P1	S	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 21	DIRETO	P1	S	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 22	DIRETO	P2	T	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 23	DIRETO	P2	T	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 24	DIRETO	P2	T	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,25	

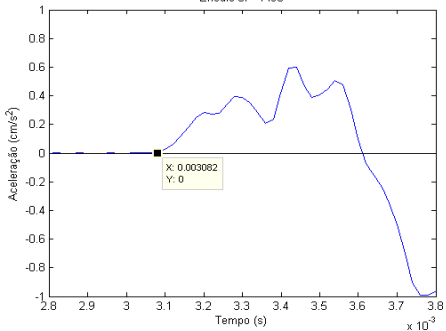
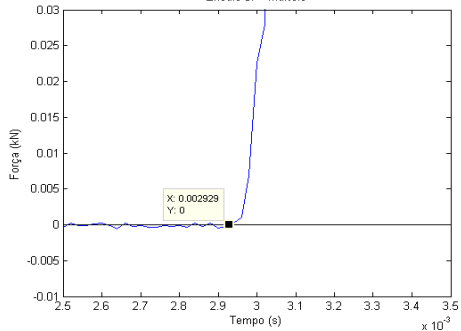
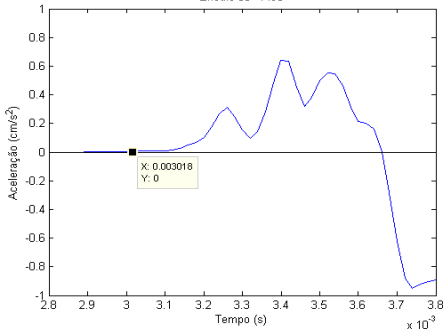
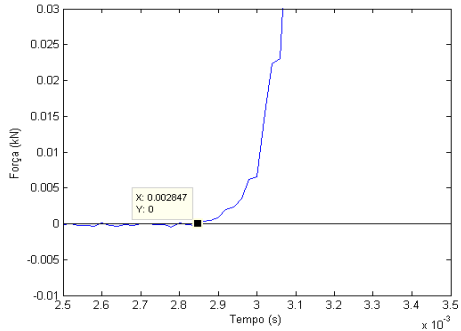
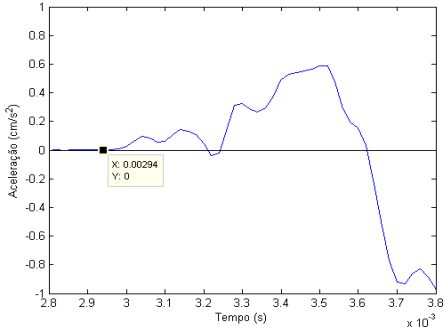
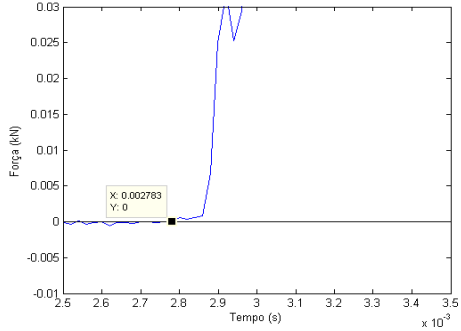


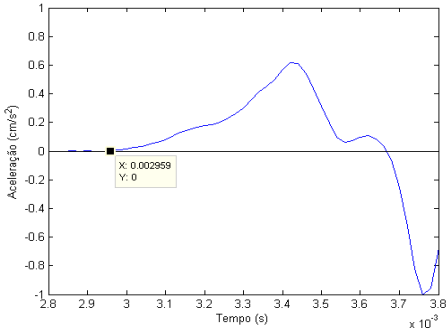
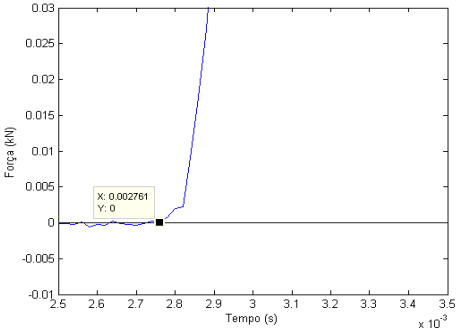
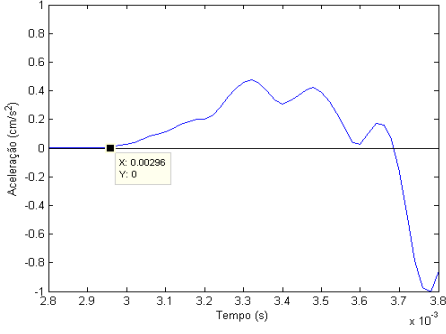
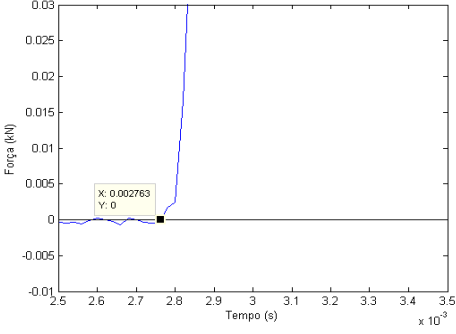
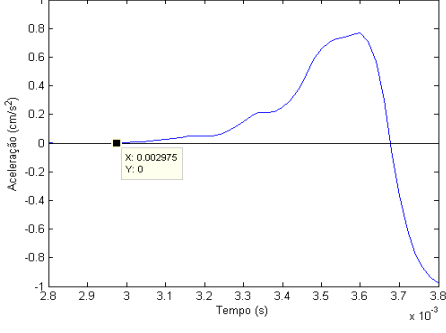
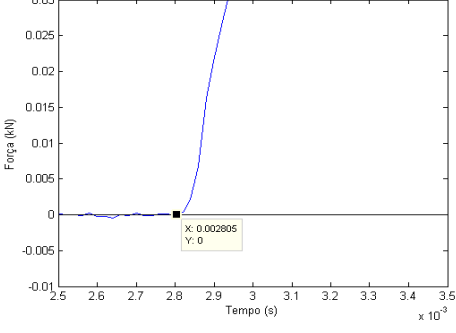
ENSAIO 25	DIRETO	P3	U	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 26	DIRETO	P3	U	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 27	DIRETO	P3	U	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 28	DIRETO	P1	V	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 29	DIRETO	P1	V	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 30	DIRETO	P1	V	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 31	DIRETO	P2	W	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 32	DIRETO	P2	W	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 33	DIRETO	P2	W	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 34	DIRETO	P3	X	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,25	 Planta
ENSAIO 35	DIRETO	P3	X	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 36	DIRETO	P3	X	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,25	

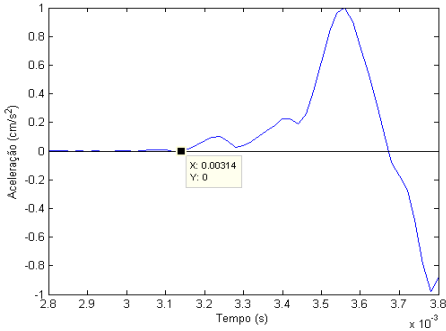
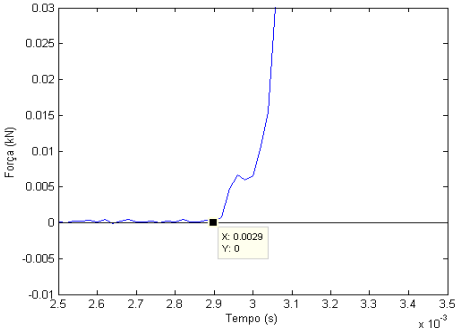
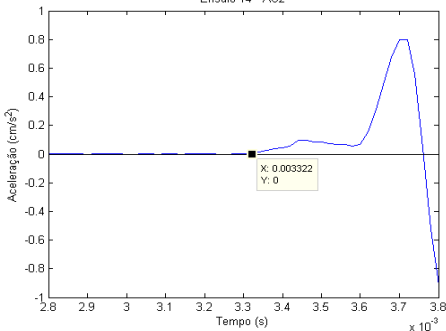
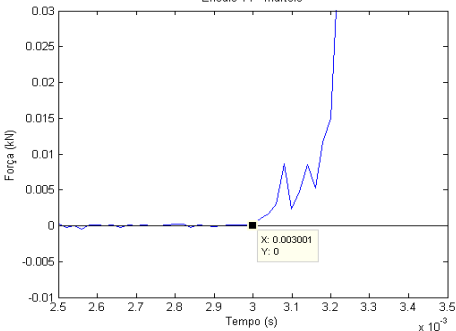
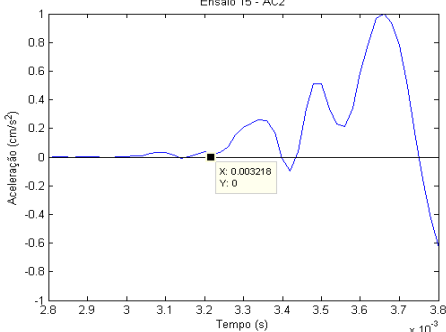
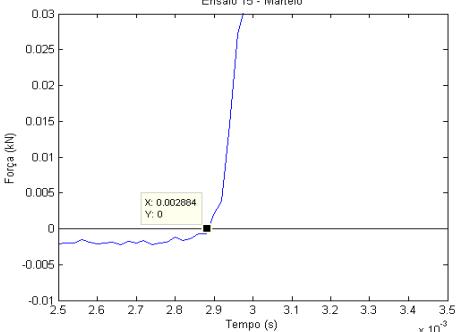


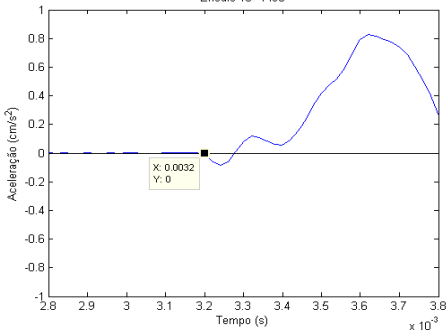
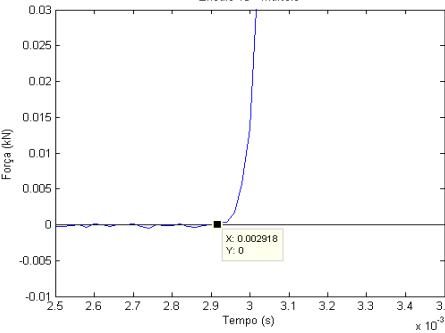
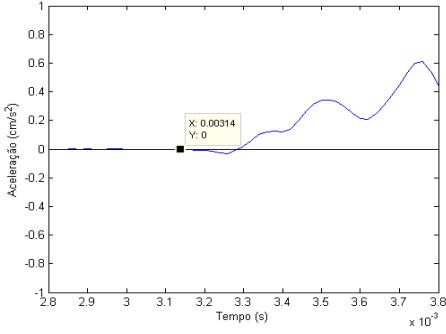
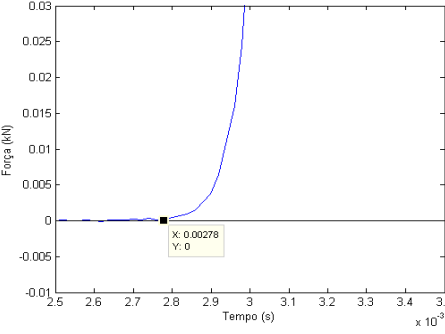
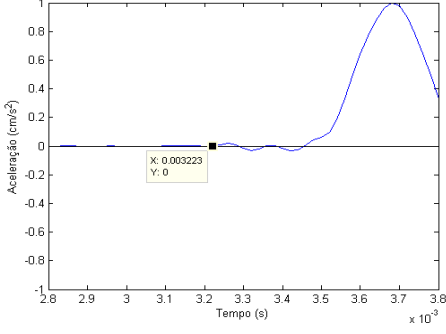
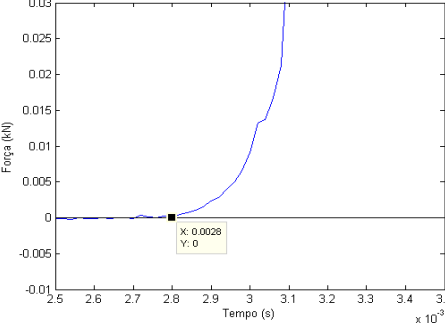
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: M</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: M</p>	
Ensaio 01	<p>Ensaio 01 - AC1</p> 	<p>Ensaio 01 - Martelo</p> 
Ensaio 02	<p>Ensaio 02 - AC1</p> 	<p>Ensaio 02 - Martelo</p> 
Ensaio 03	<p>Ensaio 03 - AC1</p> 	<p>Ensaio 03 - Martelo</p> 

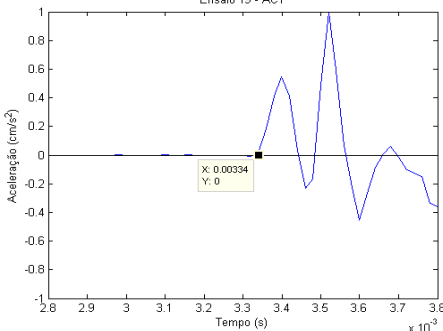
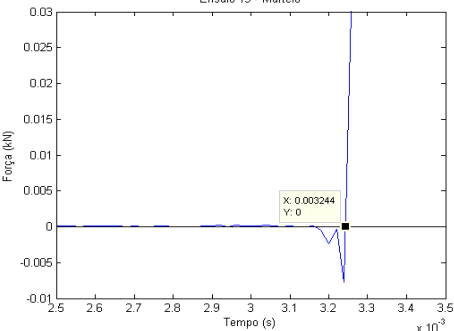
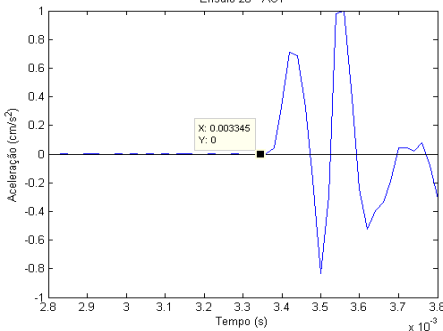
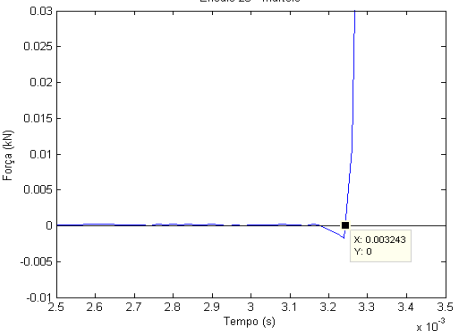
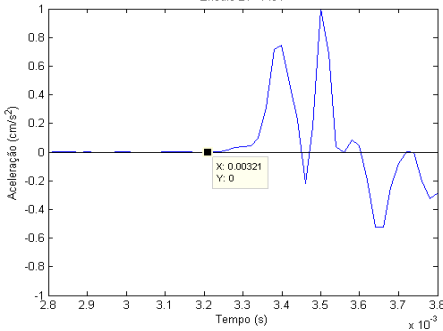
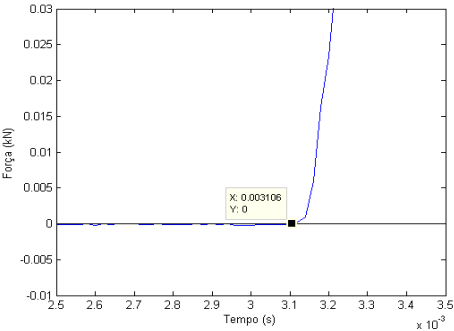
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: N</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: N</p>	
Ensaio 04	<p>Ensaio 04 - AC2</p> 	<p>Ensaio 04 - Martelo</p> 
Ensaio 05	<p>Ensaio 05 - AC2</p> 	<p>Ensaio 05 - Martelo</p> 
Ensaio 06	<p>Ensaio 06 - AC2</p> 	<p>Ensaio 06 - Martelo</p> 

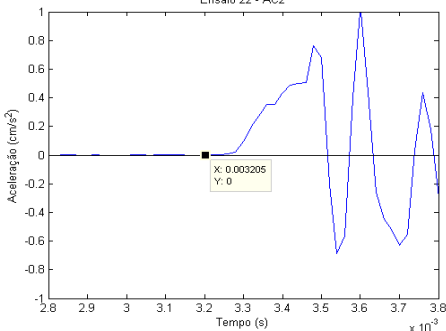
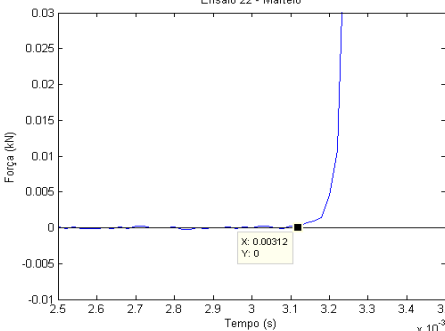
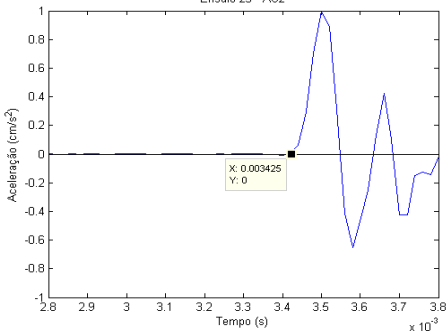
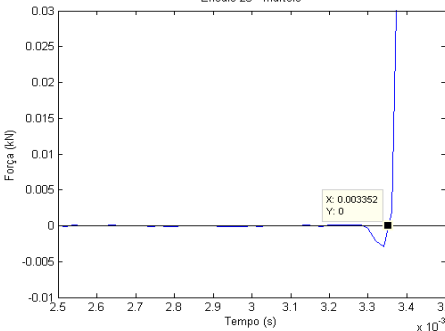
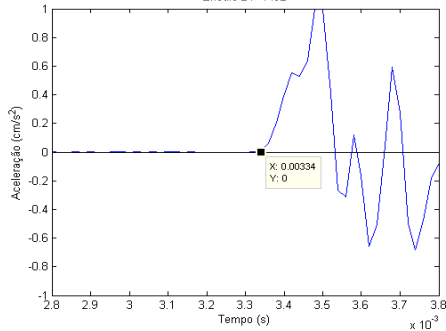
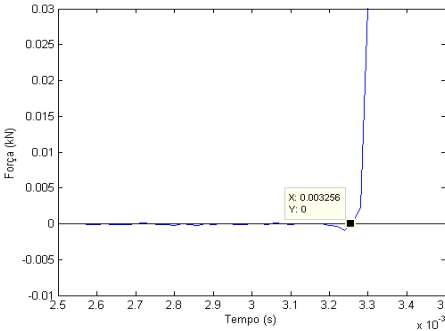
	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: O</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: O</p>	
Ensaio 07	<p>Ensaio 07 - AC3</p> 	<p>Ensaio 07 - Martelo</p> 
Ensaio 08	<p>Ensaio 08 - AC3</p> 	<p>Ensaio 08 - Martelo</p> 
Ensaio 09	<p>Ensaio 09 - AC3</p> 	<p>Ensaio 09 - Martelo</p> 

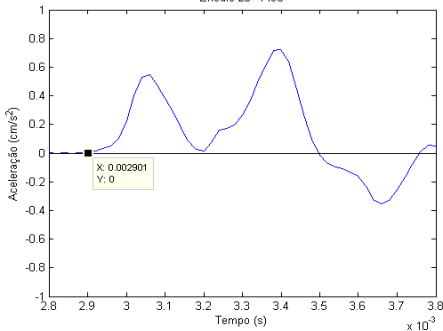
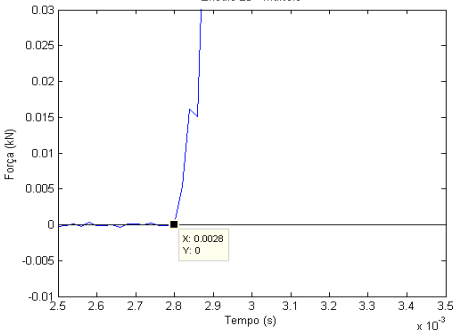
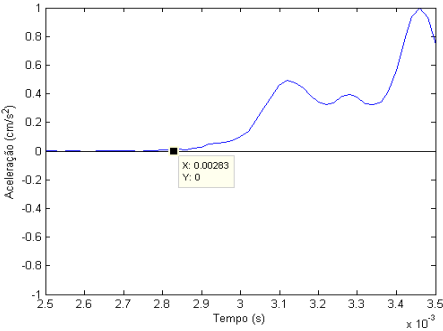
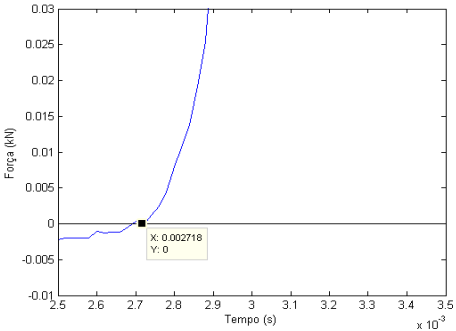
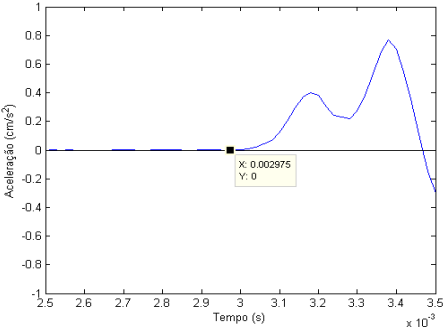
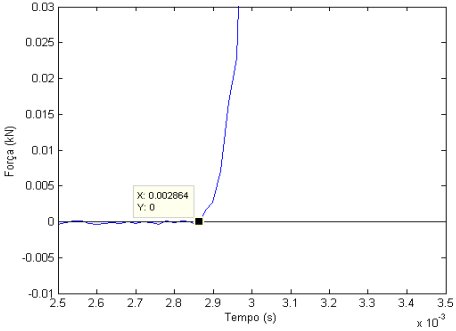
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: P</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: P</p>	
Ensaio 10	<p>Ensaio 10 - AC1</p> 	<p>Ensaio 10 - Martelo</p> 
Ensaio 11	<p>Ensaio 11 - AC1</p> 	<p>Ensaio 11 - Martelo</p> 
Ensaio 12	<p>Ensaio 12 - AC1</p> 	<p>Ensaio 12 - Martelo</p> 

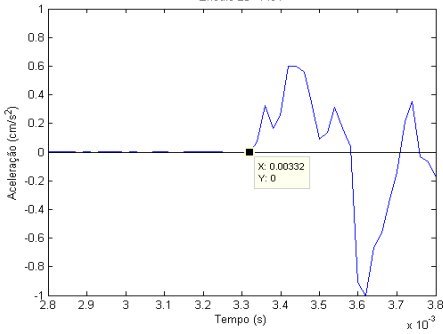
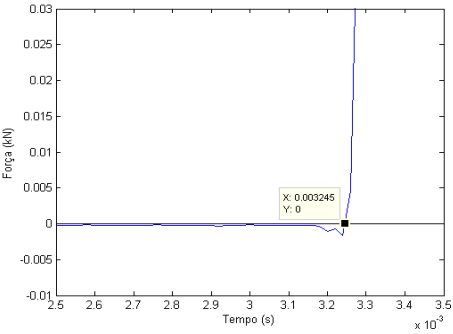
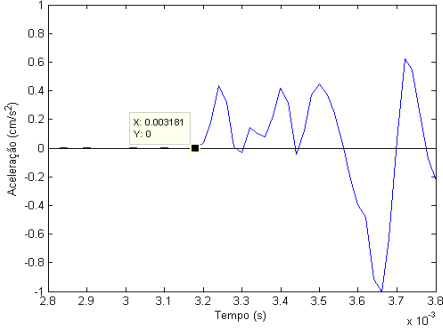
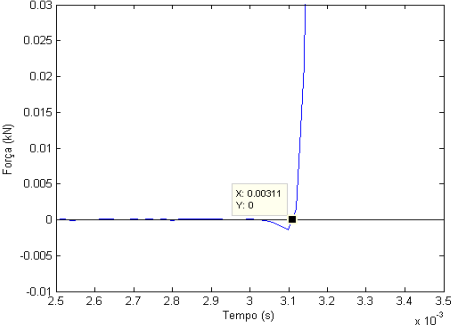
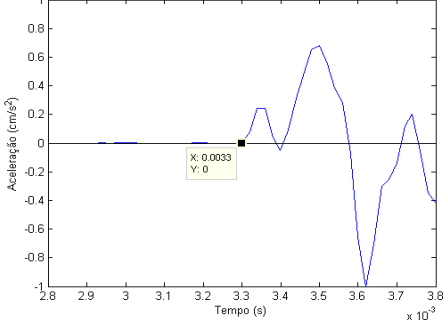
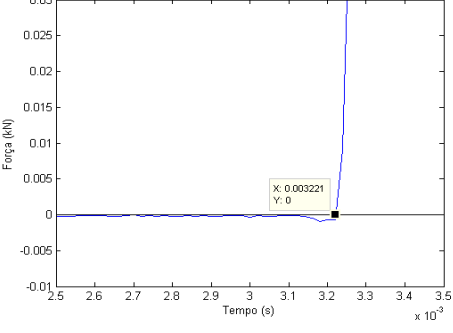
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: Q</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: Q</p>	
Ensaio 13	<p>Ensaio 13 - AC2</p> 	<p>Ensaio 13 - Martelo</p> 
Ensaio 14	<p>Ensaio 14 - AC2</p> 	<p>Ensaio 14 - Martelo</p> 
Ensaio 15	<p>Ensaio 15 - AC2</p> 	<p>Ensaio 15 - Martelo</p> 

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: R</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: R</p>	
Ensaio 16	<p>Ensaio 16 - AC3</p> 	<p>Ensaio 16 - Martelo</p> 
Ensaio 17	<p>Ensaio 17 - AC3</p> 	<p>Ensaio 17 - Martelo</p> 
Ensaio 18	<p>Ensaio 18 - AC3</p> 	<p>Ensaio 18 - Martelo</p> 

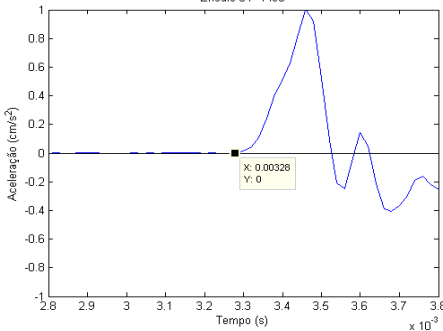
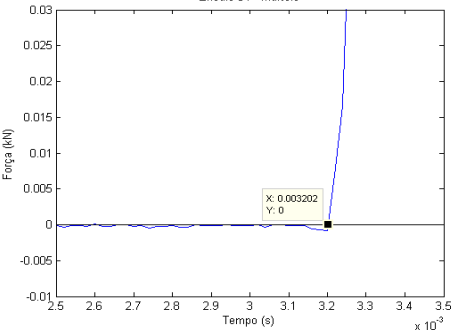
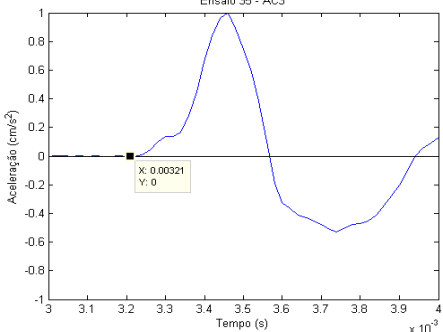
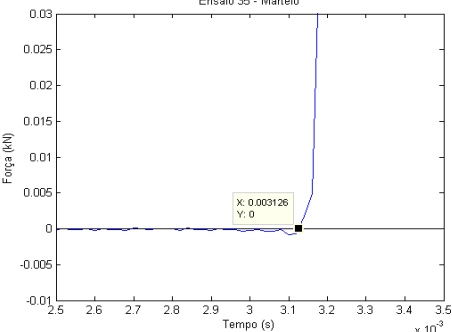
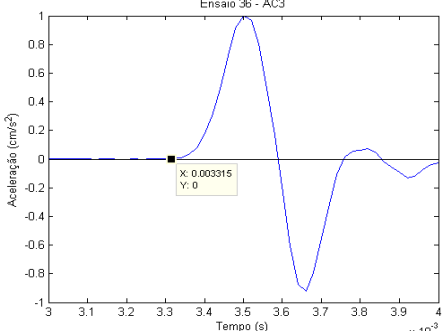
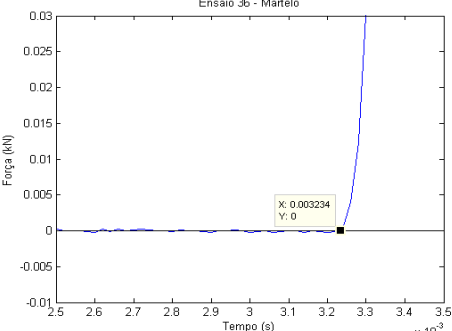
	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: S</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: S</p>	
Ensaio 19	<p>Ensaio 19 - AC1</p> 	<p>Ensaio 19 - Martelo</p> 
Ensaio 20	<p>Ensaio 20 - AC1</p> 	<p>Ensaio 20 - Martelo</p> 
Ensaio 21	<p>Ensaio 21 - AC1</p> 	<p>Ensaio 21 - Martelo</p> 

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: T</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: T</p>	
Ensaio 22	<p>Ensaio 22 - AC2</p> 	<p>Ensaio 22 - Martelo</p> 
Ensaio 23	<p>Ensaio 23 - AC2</p> 	<p>Ensaio 23 - Martelo</p> 
Ensaio 24	<p>Ensaio 24 - AC2</p> 	<p>Ensaio 24 - Martelo</p> 

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: U</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: U</p>	
Ensaio 25	<p>Ensaio 25 - AC3</p> 	<p>Ensaio 25 - Martelo</p> 
Ensaio 26	<p>Ensaio 26 - AC3</p> 	<p>Ensaio 26 - Martelo</p> 
Ensaio 27	<p>Ensaio 27 - AC3</p> 	<p>Ensaio 27 - Martelo</p> 

	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: V</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: V</p>	
Ensaio 28	<p>Ensaio 28 - AC1</p> 	<p>Ensaio 28 - Martelo</p> 
Ensaio 29	<p>Ensaio 29 - AC1</p> 	<p>Ensaio 29 - Martelo</p> 
Ensaio 30	<p>Ensaio 30 - AC1</p> 	<p>Ensaio 30 - Martelo</p> 

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: W</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: W</p>	
Ensaio 31		
Ensaio 32		
Ensaio 33		

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: X</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: X</p>	
Ensaio 34	<p>Ensaio 34 - AC3</p> 	<p>Ensaio 34 - Martelo</p> 
Ensaio 35	<p>Ensaio 35 - AC3</p> 	<p>Ensaio 35 - Martelo</p> 
Ensaio 36	<p>Ensaio 36 - AC3</p> 	<p>Ensaio 36 - Martelo</p> 

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00299	0,00312	0,25	1852

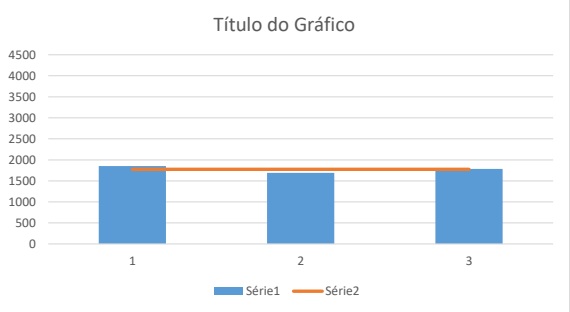
Ensaio	Velocidade
1	1852
2	1689
3	1786

Média=	1776	
DPad=	82	163,6
CVar=	0,05	
Min=	1689	1612
Máx=	1852	1939

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00280	0,00295	0,25	1689



ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00288	0,00302	0,25	1786

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00268	0,00295	0,25	936

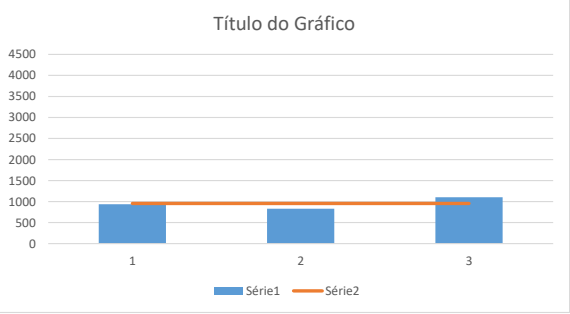
Ensaio	Velocidade
4	936
5	828
6	1101

Média=	955	
DPad=	138	275,4
CVar=	0,14	
Min=	828	680
Máx=	1101	1231

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00266	0,00296	0,25	828



ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00292	0,00315	0,25	1101

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00293	0,00308	0,25	1656

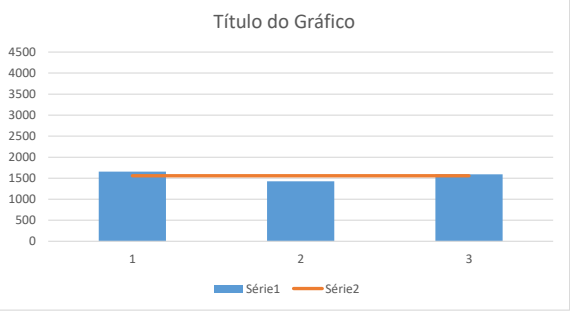
Ensaio	Velocidade
7	1656
8	1429
9	1592

Média=	1559	
DPad=	117	234,4
CVar=	0,08	
Min=	1429	1324
Máx=	1656	1793

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00284	0,00302	0,25	1429



ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00278	0,00294	0,25	1592

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00276	0,00296	0,25	1263

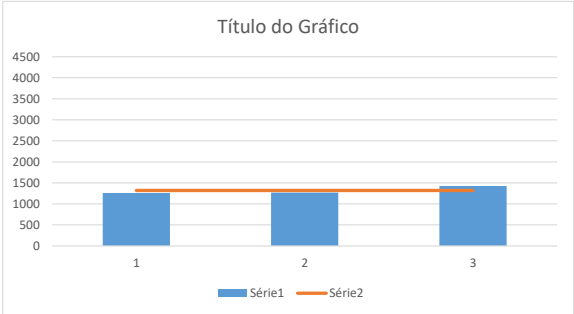
Ensaio	Velocidade	
10	1263	1320
11	1269	1320
12	1429	1320

Média=	1320	
DPad=	94	188
CVar=	0,07	
Min=	1263	1132
Máx=	1429	1508

ENSAIO 11

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00276	0,00296	0,25	1269



ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00280	0,00298	0,25	1429

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 13

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00290	0,00314	0,25	1042

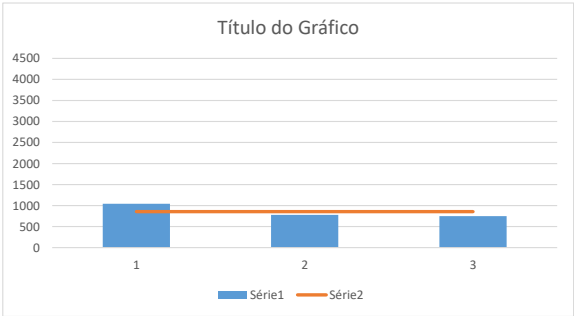
Ensaio	Velocidade	
13	1042	856
14	779	856
15	749	856

Média=	856	
DPad=	161	322,4
CVar=	0,19	
Min=	749	534
Máx=	1042	1179

ENSAIO 14

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00300	0,00332	0,25	779



ENSAIO 15

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00288	0,00322	0,25	749

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 16

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00292	0,00320	0,25	887

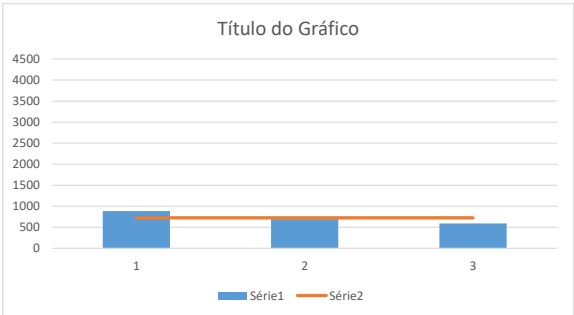
Ensaio	Velocidade	
16	887	724
17	694	724
18	591	724

Média=	724	
DPad=	150	299,9
CVar=	0,21	
Min=	591	424
Máx=	887	1024

ENSAIO 17

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00278	0,00314	0,25	694



ENSAIO 18

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00280	0,00322	0,25	591

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 19

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00334	0,25	2604

Ensaio	Velocidade	
19	2604	2486
20	2451	2486
21	2404	2486

Média=	2486	
DPad=	105	209,5
CVar=	0,04	
Mín=	2404	2277
Máx=	2604	2696

ENSAIO 20

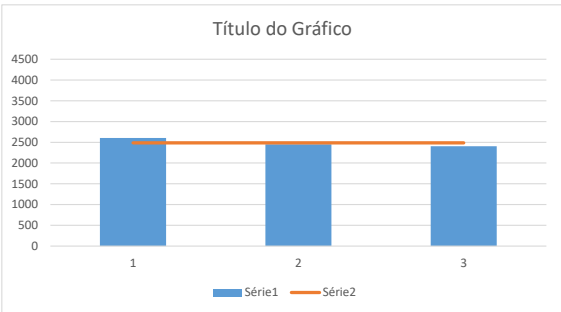
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00335	0,25	2451

ENSAIO 21

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00311	0,00321	0,25	2404



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 22

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00312	0,00321	0,25	2941

Ensaio	Velocidade	
22	2941	3114
23	3425	3114
24	2976	3114

Média=	3114	
DPad=	270	539,2
CVar=	0,09	
Mín=	2941	2575
Máx=	3425	3653

ENSAIO 23

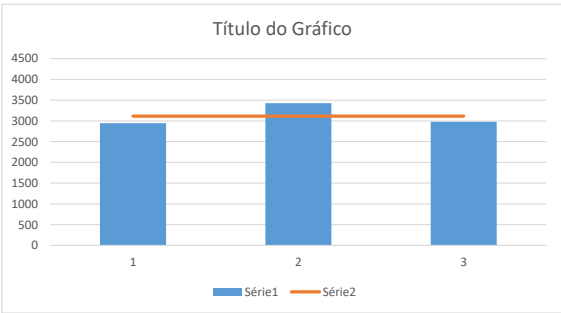
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00335	0,00343	0,25	3425

ENSAIO 24

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00326	0,00334	0,25	2976



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 25

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00280	0,00290	0,25	2475

Ensaio	Velocidade	
25	2475	2320
26	2232	2320
27	2252	2320

Média=	2320	
DPad=	135	269,9
CVar=	0,06	
Mín=	2232	2050
Máx=	2475	2590

ENSAIO 26

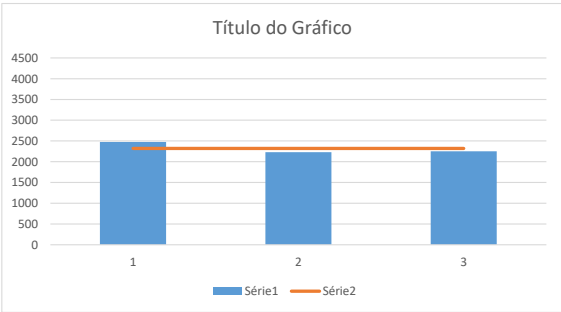
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00272	0,00283	0,25	2232

ENSAIO 27

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00286	0,00298	0,25	2252



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 28

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00325	0,00332	0,25	3333

Ensaio	Velocidade
28	3333
29	3521
30	3165

Média=	3340
DPad=	178
CVar=	0,05
Mín=	3165
Máx=	3521

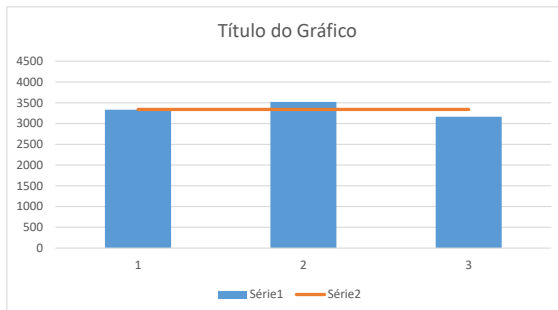
3340
3340
3340

356,7
2983
3696

ENSAIO 29

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00311	0,00318	0,25	3521



ENSAIO 30

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00322	0,00330	0,25	3165

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 31

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00324	0,00330	0,25	4098

Ensaio	Velocidade
31	4098
32	4545
33	4310

Média=	4318
DPad=	224
CVar=	0,05
Mín=	4098
Máx=	4545

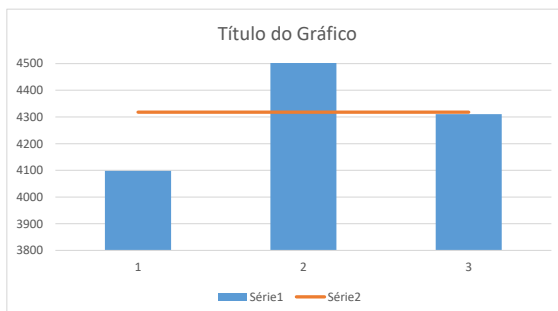
4318
4318
4318

447,3
3871
4765

ENSAIO 32

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00288	0,00294	0,25	4545



ENSAIO 33

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00337	0,00342	0,25	4310

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 1

ENSAIO 34

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00320	0,00328	0,25	3165

Ensaio	Velocidade
34	3165
35	2976
36	3086

Média=	3076
DPad=	95
CVar=	0,03
Mín=	2976
Máx=	3165

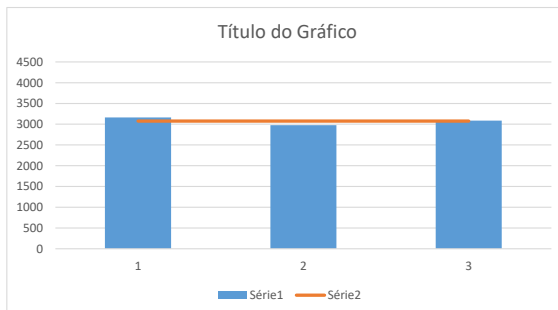
3076
3076
3076

189,3
2886
3265

ENSAIO 35

3º Critério

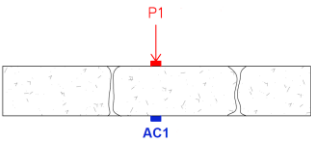
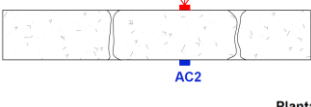
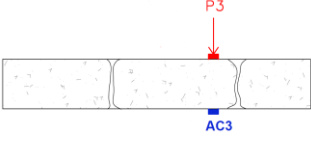
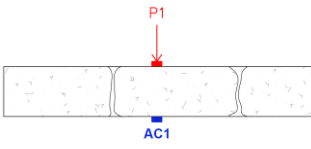
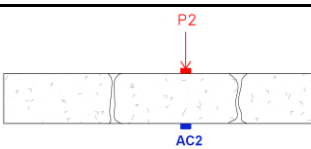
Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00313	0,00321	0,25	2976

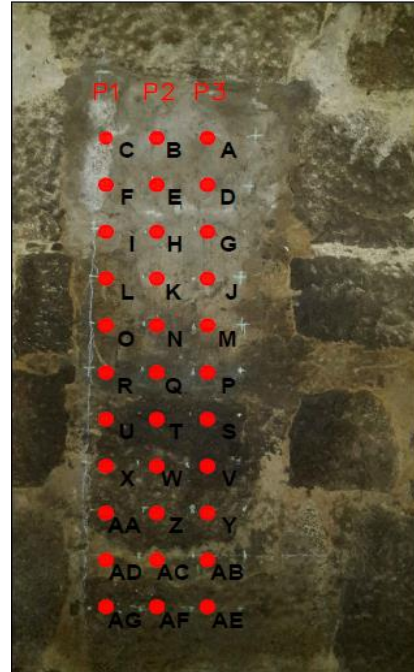
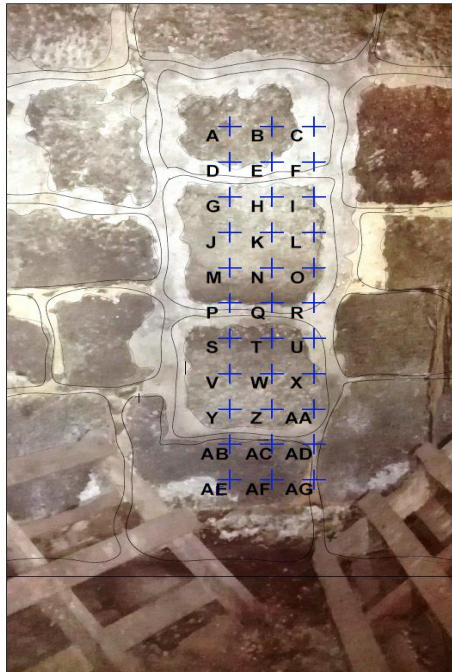


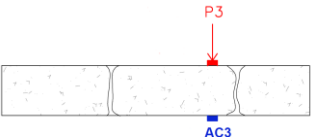
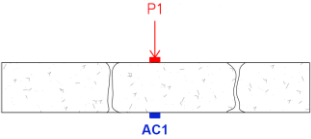
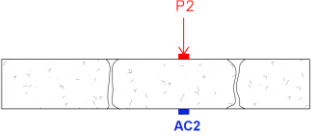
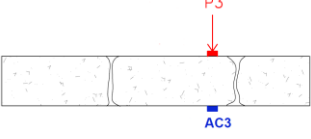
ENSAIO 36

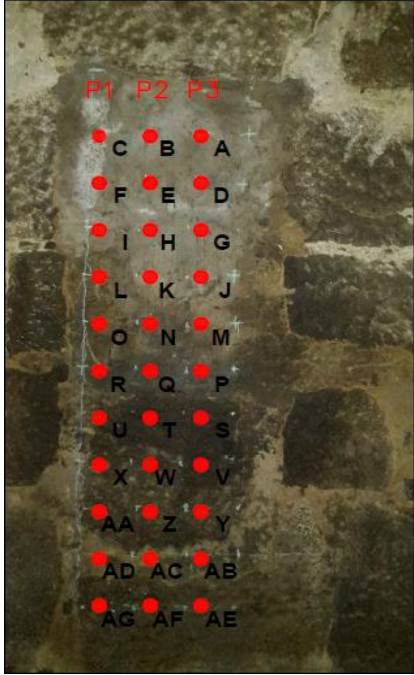
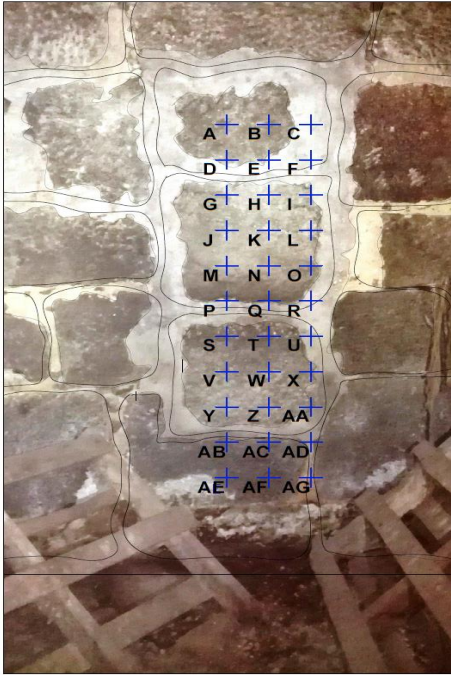
3º Critério

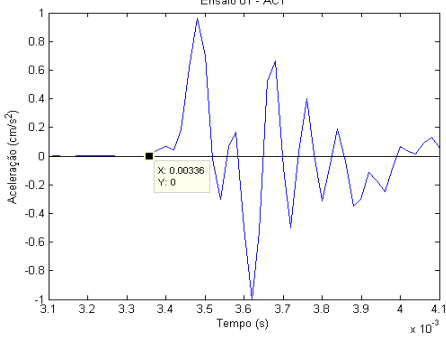
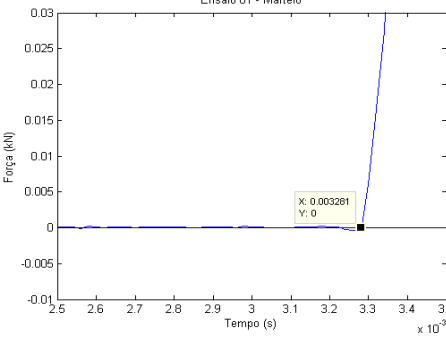
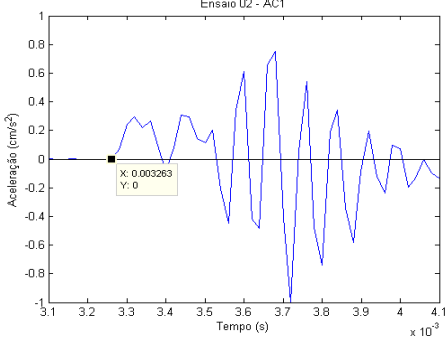
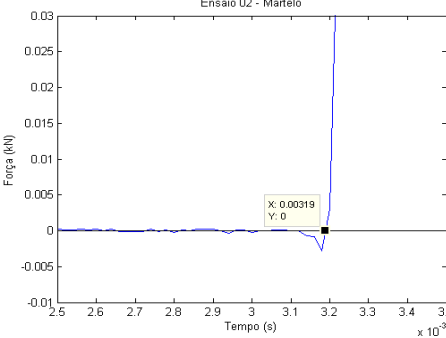
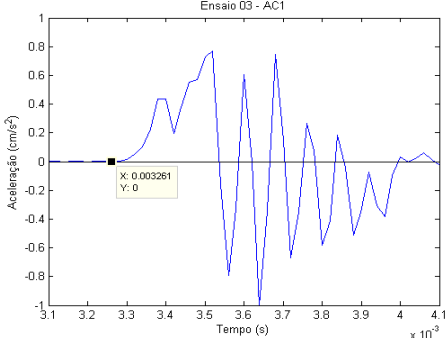
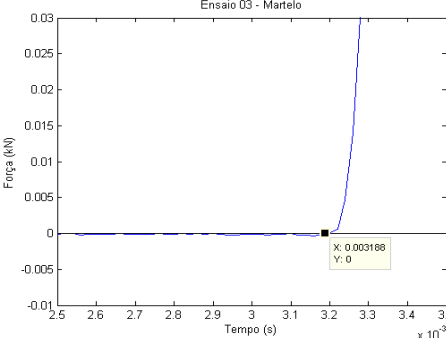
Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00323	0,00332	0,25	3086

SOLAR DE LAMAS 2										
ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÔMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	SENTIDO						
ENSAIO 1	DIRETO	P1	Y	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
ENSAIO 2	DIRETO	P1	Y	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 3	DIRETO	P1	Y	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 4	DIRETO	P2	Z	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
ENSAIO 5	DIRETO	P2	Z	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 6	DIRETO	P2	Z	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 7	DIRETO	P3	AA	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
ENSAIO 8	DIRETO	P3	AA	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 9	DIRETO	P3	AA	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 10	DIRETO	P1	AB	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
ENSAIO 11	DIRETO	P1	AB	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 12	DIRETO	P1	AB	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 13	DIRETO	P2	AC	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
ENSAIO 14	DIRETO	P2	AC	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,25	
ENSAIO 15	DIRETO	P2	AC	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,25	



<u>ENSAIO 16</u>	DIRETO	P3	AD	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
<u>ENSAIO 17</u>	DIRETO	P3	AD	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 18</u>	DIRETO	P3	AD	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 19</u>	DIRETO	P1	AE	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
<u>ENSAIO 20</u>	DIRETO	P1	AE	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 21</u>	DIRETO	P1	AE	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 22</u>	DIRETO	P2	AF	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
<u>ENSAIO 23</u>	DIRETO	P2	AF	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 24</u>	DIRETO	P2	AF	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 25</u>	DIRETO	P3	AG	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,25	 <p>Planta</p>
<u>ENSAIO 26</u>	DIRETO	P3	AG	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,25	
<u>ENSAIO 27</u>	DIRETO	P3	AG	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,25	



	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<div>Ensaio Direto</div> <div>Posição do AC1: Y</div> <div>AC1: posição frontal</div> <div>Distância: 0,25</div> <div>Posição do Martelo: Y</div>	
Ensaio 01	<div>Ensaio 01 - AC1</div> 	<div>Ensaio 01 - Martelo</div> 
Ensaio 02	<div>Ensaio 02 - AC1</div> 	<div>Ensaio 02 - Martelo</div> 
Ensaio 03	<div>Ensaio 03 - AC1</div> 	<div>Ensaio 03 - Martelo</div> 

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: Z</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: Z</p>	
Ensaio 04	<p>Ensaio 04 - AC2</p>	<p>Ensaio 04 - Martelo</p>
Ensaio 05	<p>Ensaio 05 - AC2</p>	<p>Ensaio 05 - Martelo</p>
Ensaio 06	<p>Ensaio 06 - AC2</p>	<p>Ensaio 06 - Martelo</p>

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: AA</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AA</p>	
Ensaio 07	<p>Ensaio 07 - AC3</p>	<p>Ensaio 07 - Martelo</p>
Ensaio 08	<p>Ensaio 08 - AC3</p>	<p>Ensaio 08 - Martelo</p>
Ensaio 09	<p>Ensaio 09 - AC3</p>	<p>Ensaio 09 - Martelo</p>

	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: AB</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AB</p>	
Ensaio 10	<p>Ensaio 10 - AC1</p>	<p>Ensaio 10 - Martelo</p>
Ensaio 11	<p>Ensaio 11 - AC1</p>	<p>Ensaio 11 - Martelo</p>
Ensaio 12	<p>Ensaio 12 - AC1</p>	<p>Ensaio 12 - Martelo</p>

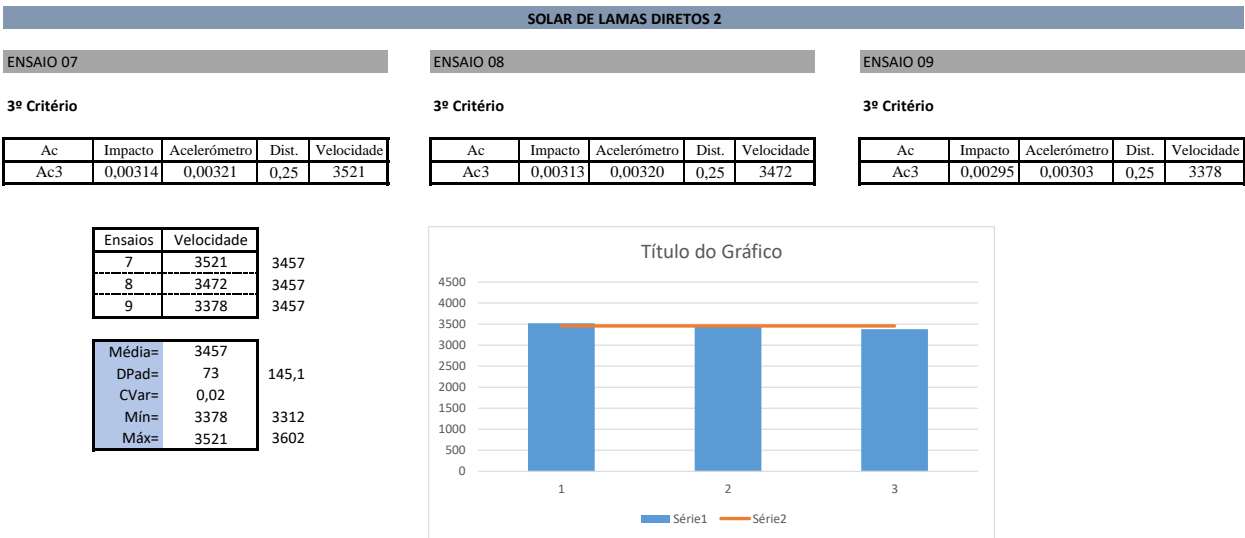
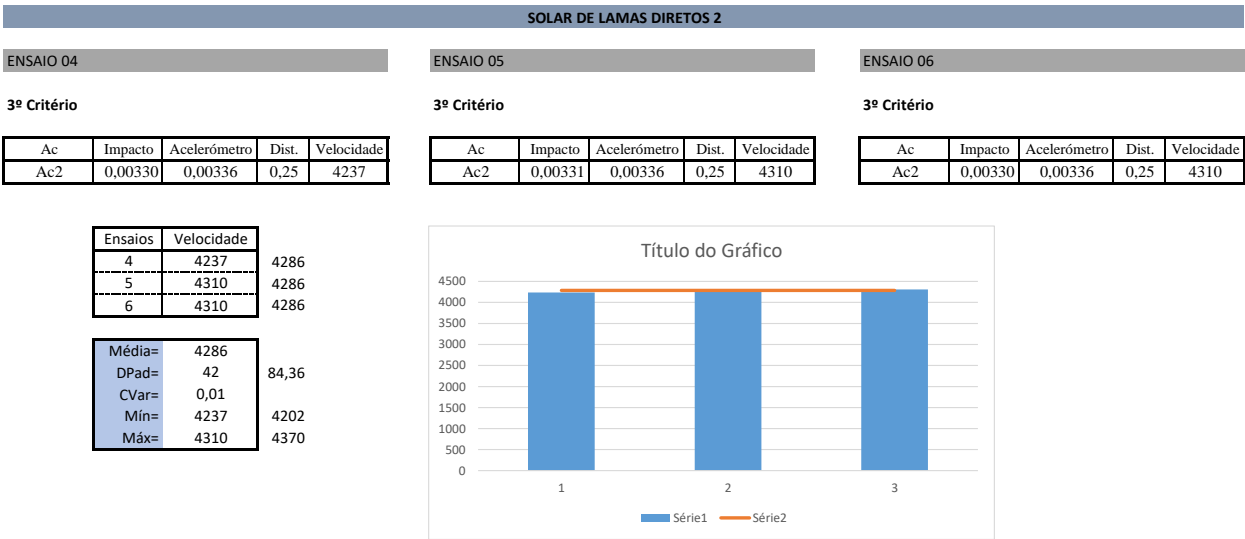
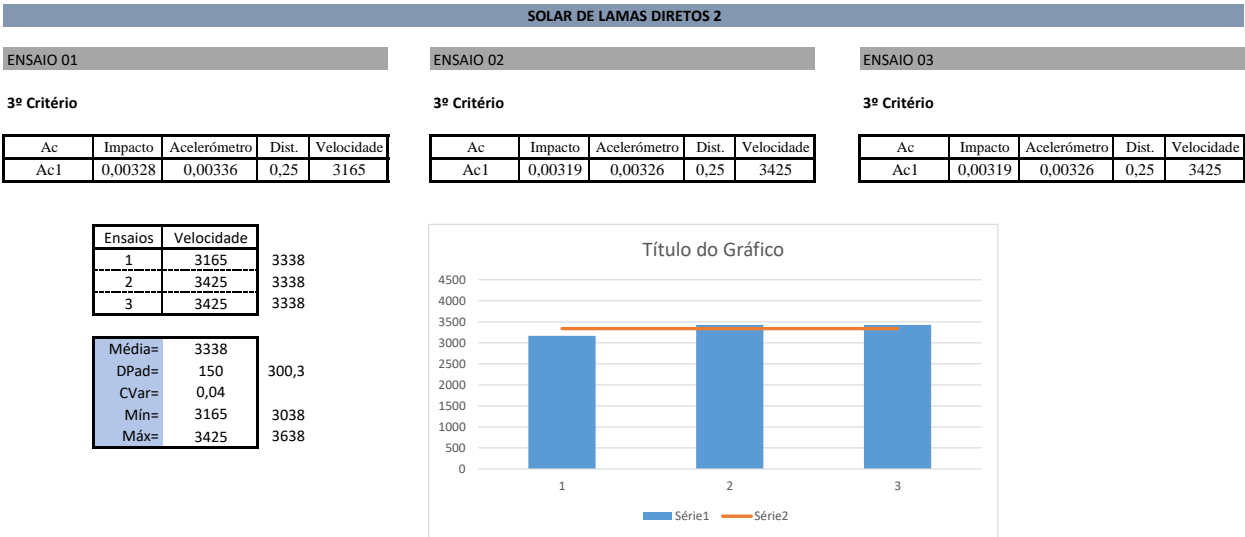
	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: AC</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AC</p>	
Ensaio 13	<p>Ensaio 13 - AC2</p>	<p>Ensaio 13 - Martelo</p>
Ensaio 14	<p>Ensaio 14 - AC2</p>	<p>Ensaio 14 - Martelo</p>
Ensaio 15	<p>Ensaio 15 - AC2</p>	<p>Ensaio 15 - Martelo</p>

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: AD</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AD</p>	
Ensaio 16	<p>Ensaio 16 - AC3</p>	<p>Ensaio 16 - Martelo</p>
Ensaio 17	<p>Ensaio 17 - AC3</p>	<p>Ensaio 17 - Martelo</p>
Ensaio 18	<p>Ensaio 18 - AC3</p>	<p>Ensaio 18 - Martelo</p>

	AC1	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: AE</p> <p>AC1: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AE</p>	
Ensaio 19	<p>Ensaio 19 - AC1</p>	<p>Ensaio 19 - Martelo</p>
Ensaio 20	<p>Ensaio 20 - AC1</p>	<p>Ensaio 20 - Martelo</p>
Ensaio 21	<p>Ensaio 21 - AC1</p>	<p>Ensaio 21 - Martelo</p>

	AC2	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: AF</p> <p>AC2: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AF</p>	
Ensaio 22	<p>Ensaio 22 - AC2</p>	<p>Ensaio 22 - Martelo</p>
Ensaio 23	<p>Ensaio 23 - AC2</p>	<p>Ensaio 23 - Martelo</p>
Ensaio 24	<p>Ensaio 24 - AC2</p>	<p>Ensaio 24 - Martelo</p>

	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: AG</p> <p>AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,25</p> <p>Posição do Martelo: AG</p>	
Ensaio 25	<p>Ensaio 25 - AC3</p>	<p>Ensaio 25 - Martelo</p>
Ensaio 26	<p>Ensaio 26 - AC3</p>	<p>Ensaio 26 - Martelo</p>
Ensaio 27	<p>Ensaio 27 - AC3</p>	<p>Ensaio 27 - Martelo</p>



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 2

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00265	0,00277	0,25	2137

Ensaio	Velocidade
10	2137
11	1092
12	2500

Média=	1909
DPad=	731
CVar=	0,38
Mín=	1092
Máx=	2500

1909
1909
1909

1462
447
3372

ENSAIO 11

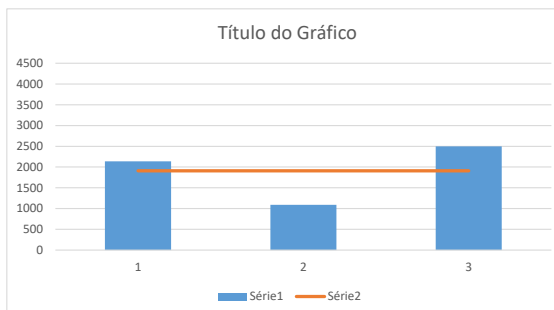
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00317	0,00340	0,25	1092

ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00339	0,25	2500



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 2

ENSAIO 13

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00303	0,00314	0,25	2119

Ensaio	Velocidade
13	2119
14	2083
15	1923

Média=	2042
DPad=	104
CVar=	0,05
Mín=	1923
Máx=	2119

2042
2042
2042

208,4
1833
2250

ENSAIO 14

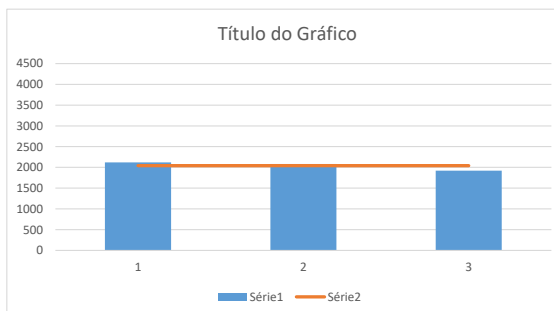
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00332	0,00344	0,25	2083

ENSAIO 15

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00286	0,00299	0,25	1923



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 2

ENSAIO 16

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00260	0,00287	0,25	926

Ensaio	Velocidade
16	926
17	1572
18	1471

Média=	1323
DPad=	348
CVar=	0,26
Mín=	926
Máx=	1572

1323
1323
1323

695,1
628
2018

ENSAIO 17

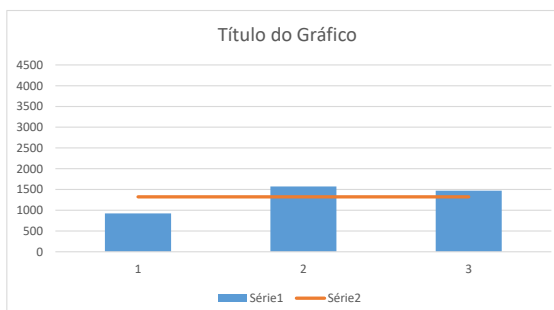
3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00292	0,00308	0,25	1572

ENSAIO 18

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00268	0,00285	0,25	1471



SOLAR DE LAMAS DIRETOS 2

ENSAIO 19

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00317	0,00324	0,25	3378

Ensaio	Velocidade
19	3378
20	3247
21	3378

Média=	3335
DPad=	76
CVar=	0,02
Min=	3247
Máx=	3378

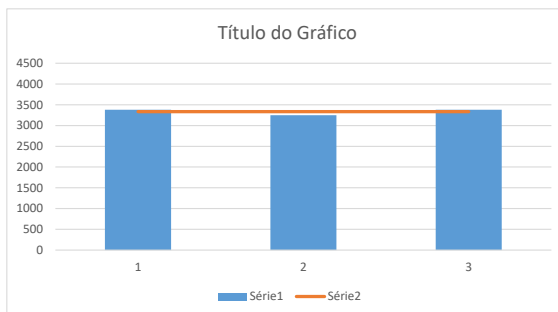
3335
3335
3335

152
3183
3486

ENSAIO 20

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00342	0,25	3247



ENSAIO 21

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00315	0,00322	0,25	3378

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 2

ENSAIO 22

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00310	0,00318	0,25	3247

Ensaio	Velocidade
22	3247
23	3846
24	3521

Média=	3538
DPad=	300
CVar=	0,08
Min=	3247
Máx=	3846

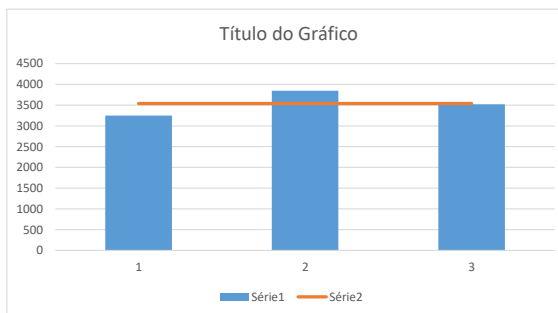
3538
3538
3538

600,1
2938
4138

ENSAIO 23

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00286	0,00292	0,25	3846



ENSAIO 24

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac2	0,00325	0,00332	0,25	3521

SOLAR DE LAMAS DIRETOS 2

ENSAIO 25

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00268	0,00276	0,25	3165

Ensaio	Velocidade
25	3165
26	3165
27	3906

Média=	3412
DPad=	428
CVar=	0,13
Min=	3165
Máx=	3906

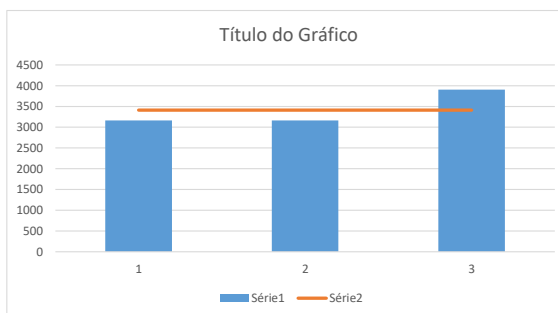
3412
3412
3412

856,4
2555
4268

ENSAIO 26

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00320	0,00328	0,25	3165



ENSAIO 27

3º Critério

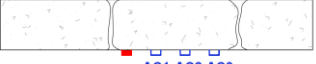
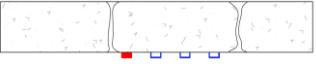
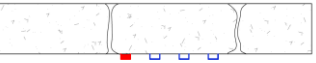
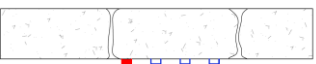
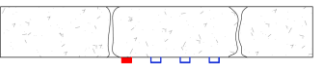
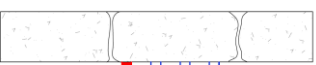
Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac3	0,00318	0,00324	0,25	3906

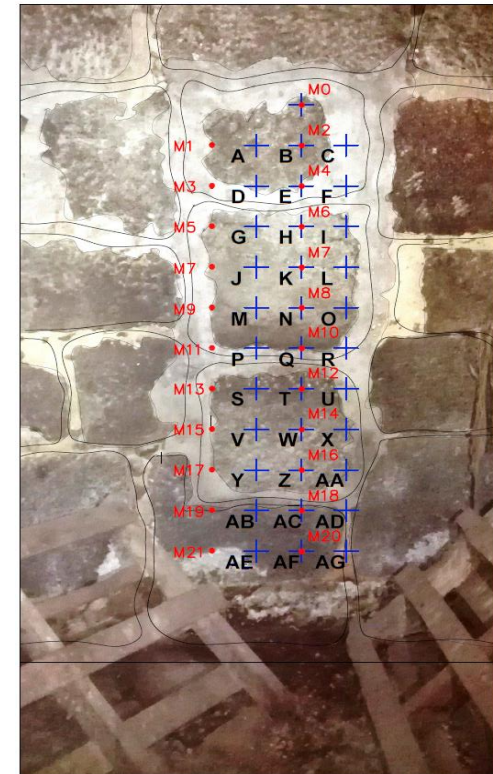
ANEXO VI

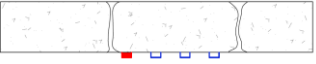

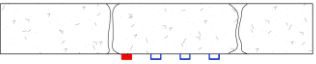
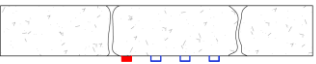
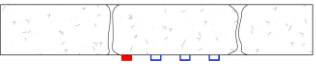
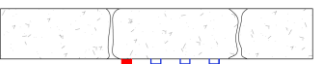
ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS

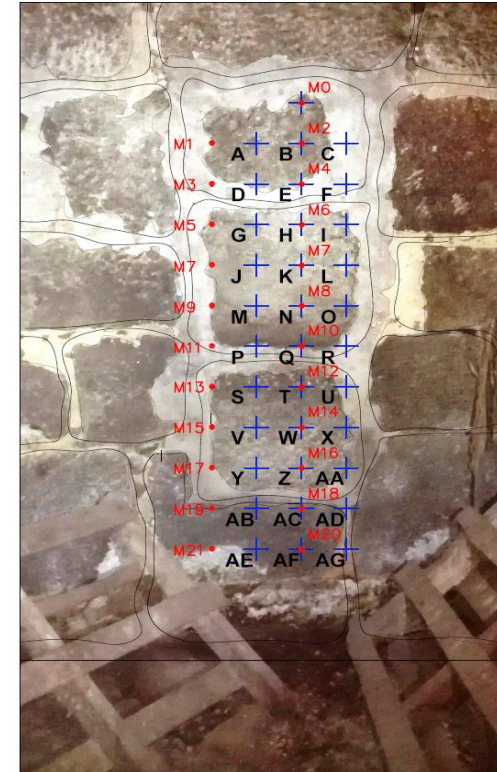
ENSAIOS INDIRETOS SEM CHAPA

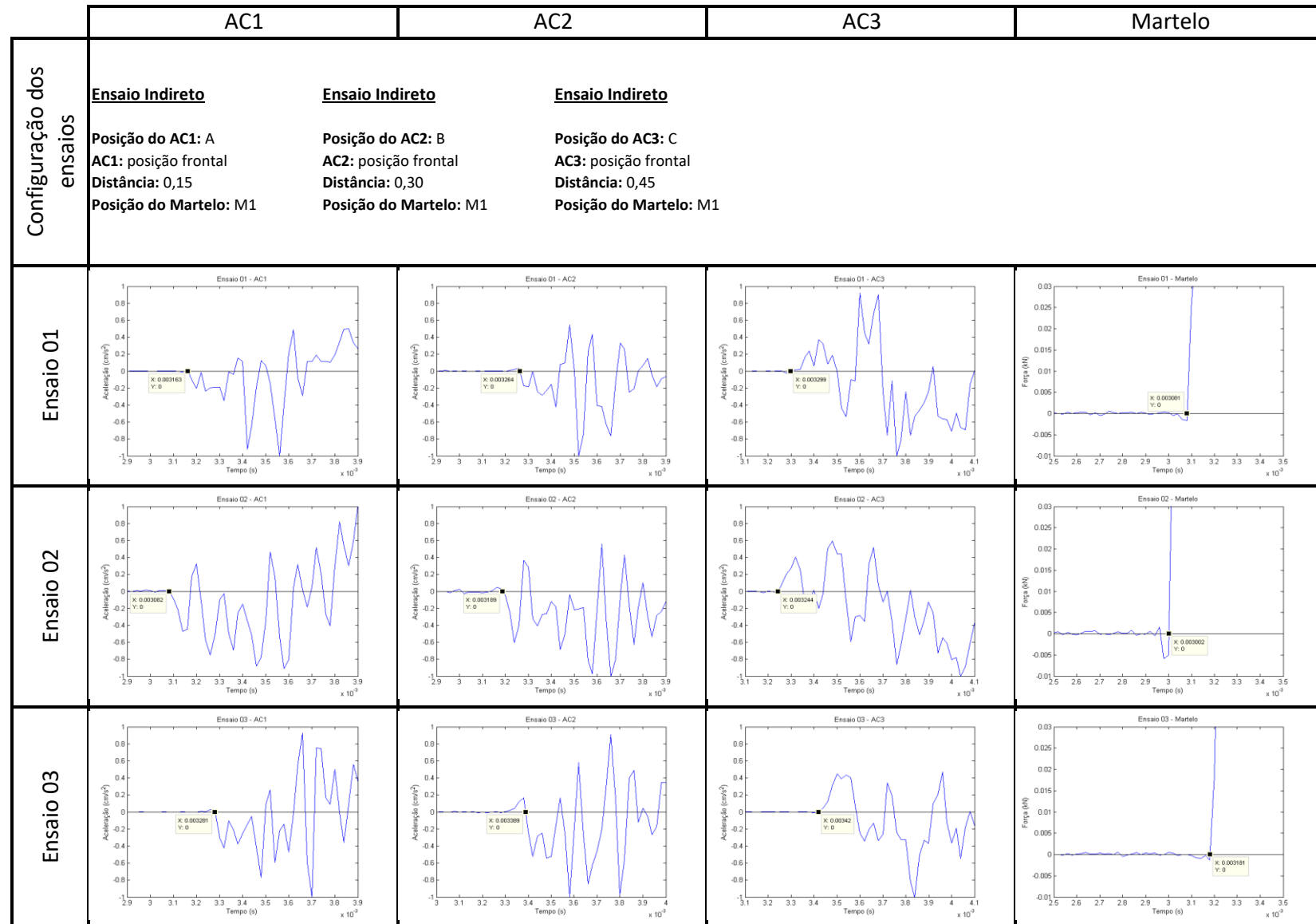
SOLAR DE LAMAS

ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÔMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	PF	SENTIDO					
ENSAIO 1	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 2	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 3	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M1	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 4	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 5	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 6	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC1	A	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC2	B	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M0	PF	●	AC3	C	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 7	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 8	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 9	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M3	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 10	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 11	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 12	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	D	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	E	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	F	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 13	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 14	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 15	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M5	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 16	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 17	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 18	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M4	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,21	



ENSAIO 19	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,34	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,34	
ENSAIO 20	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,34	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,34	
ENSAIO 21	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	G	FRONTAL	0,34	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	H	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	I	FRONTAL	0,34	
ENSAIO 22	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 23	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 24	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M7	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 25	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 26	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 27	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M6	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 28	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,47	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,45	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,47	
ENSAIO 29	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,47	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,45	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,47	
ENSAIO 30	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	J	FRONTAL	0,47	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	K	FRONTAL	0,45	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	L	FRONTAL	0,47	
ENSAIO 31	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 32	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 33	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M9	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 34	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 35	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 36	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M8	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,21	



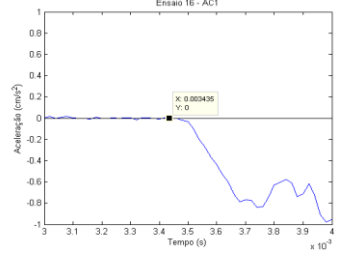
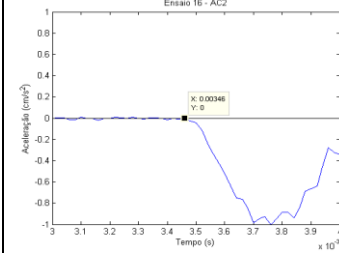
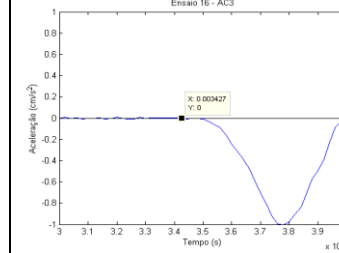
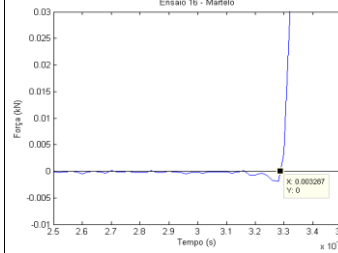
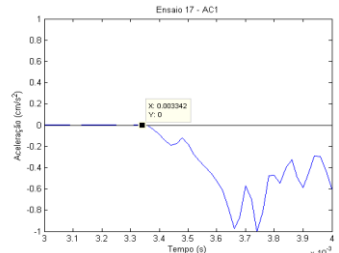
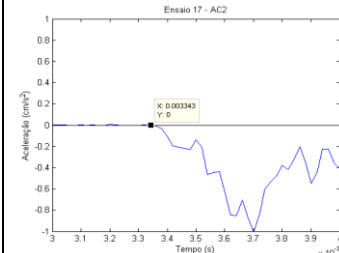
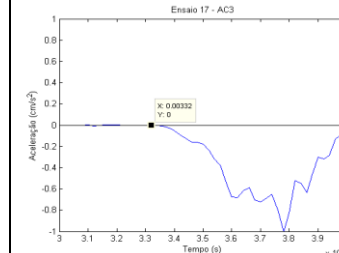
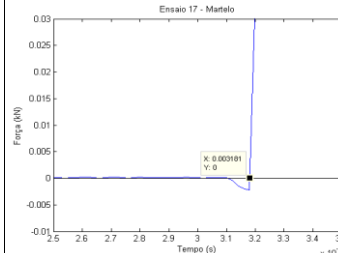
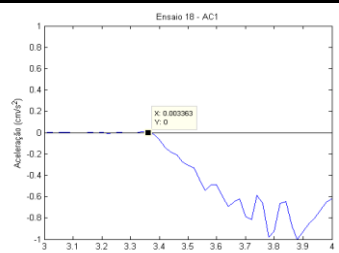
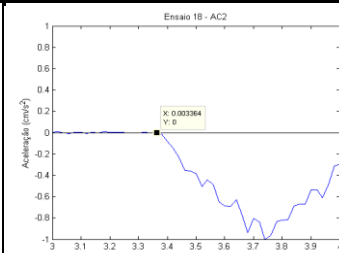
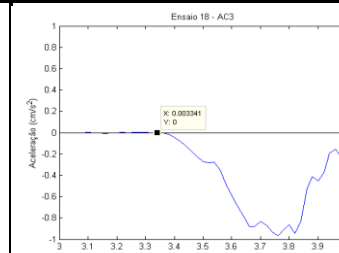
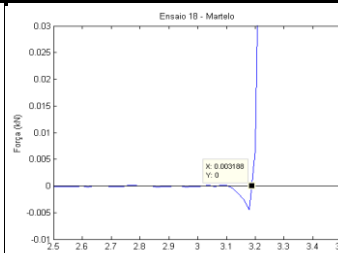


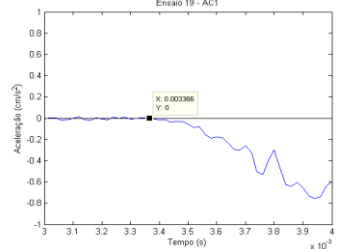
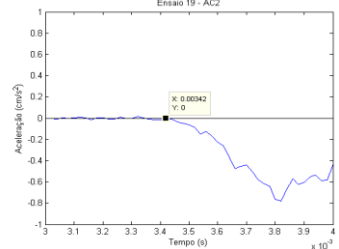
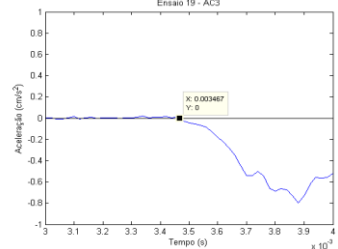
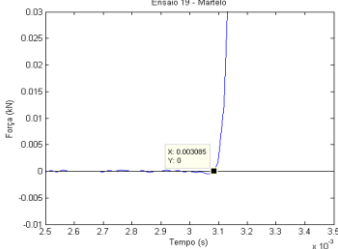
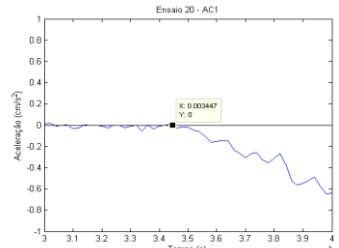
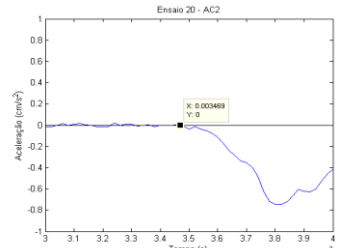
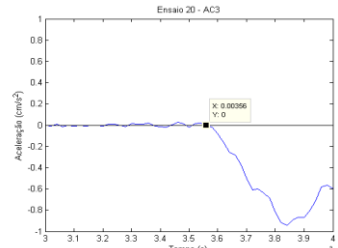
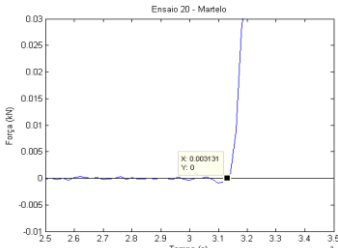
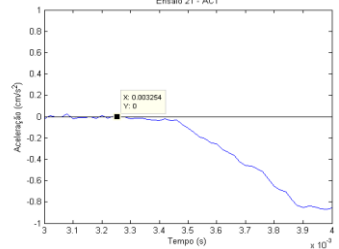
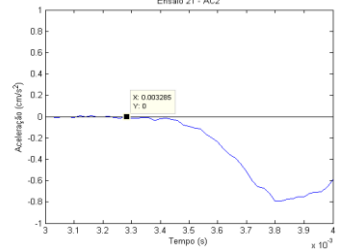
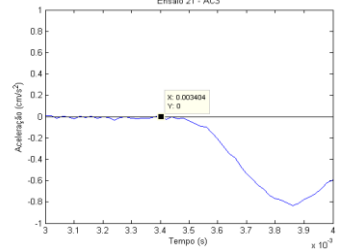
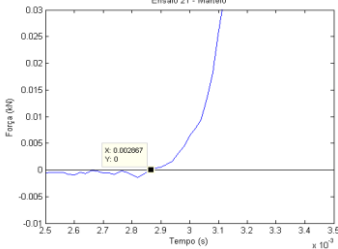
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: A AC1: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M0</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: B AC2: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M0</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: C AC3: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M0</p>			
Ensaio 04				
Ensaio 05				
Ensaio 06				

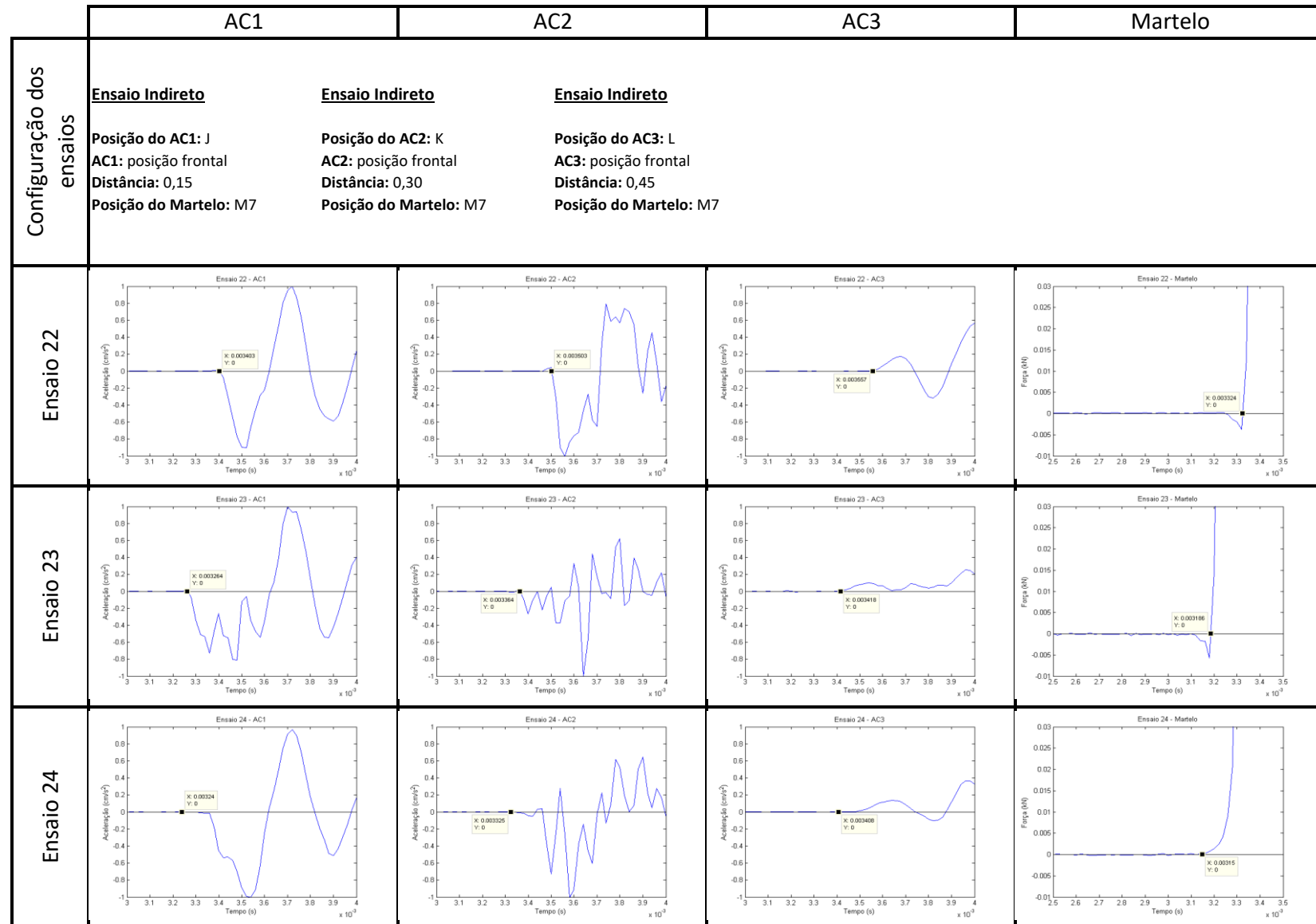
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: D Posição do AC2: E Posição do AC3: F</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,15 Distância: 0,30 Distância: 0,45</p> <p>Posição do Martelo: M3 Posição do Martelo: M3 Posição do Martelo: M3</p>			
Ensaio 07				
Ensaio 08				
Ensaio 09				

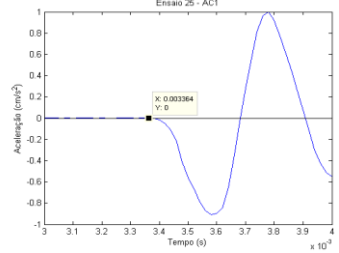
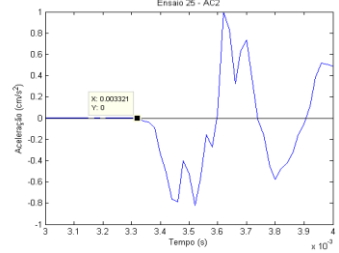
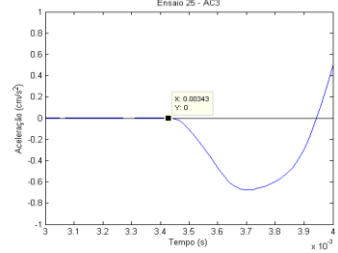
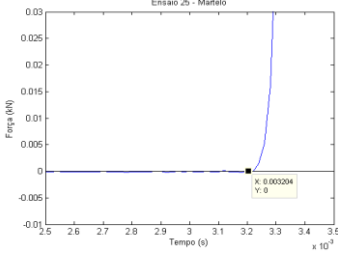
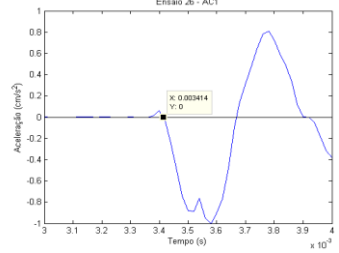
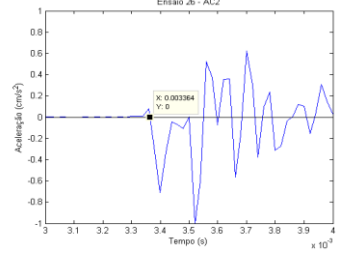
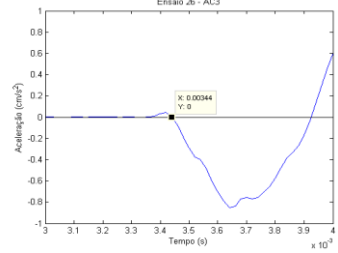
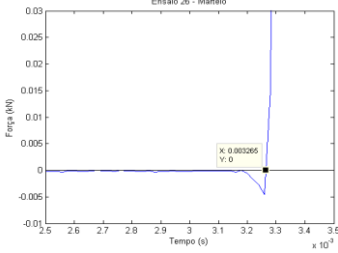
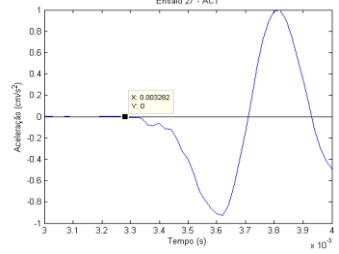
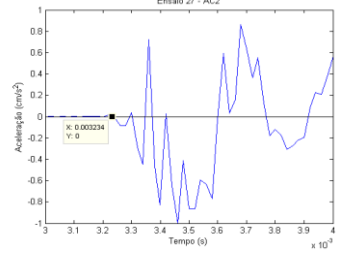
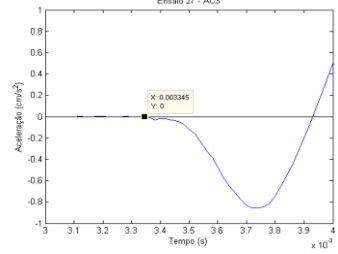
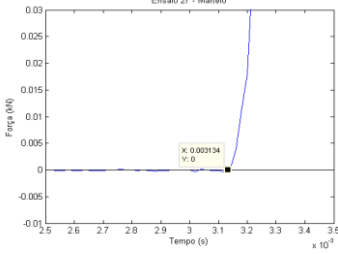
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: D Posição do AC2: E Posição do AC3: F</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,21 Distância: 0,15 Distância: 0,15</p> <p>Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

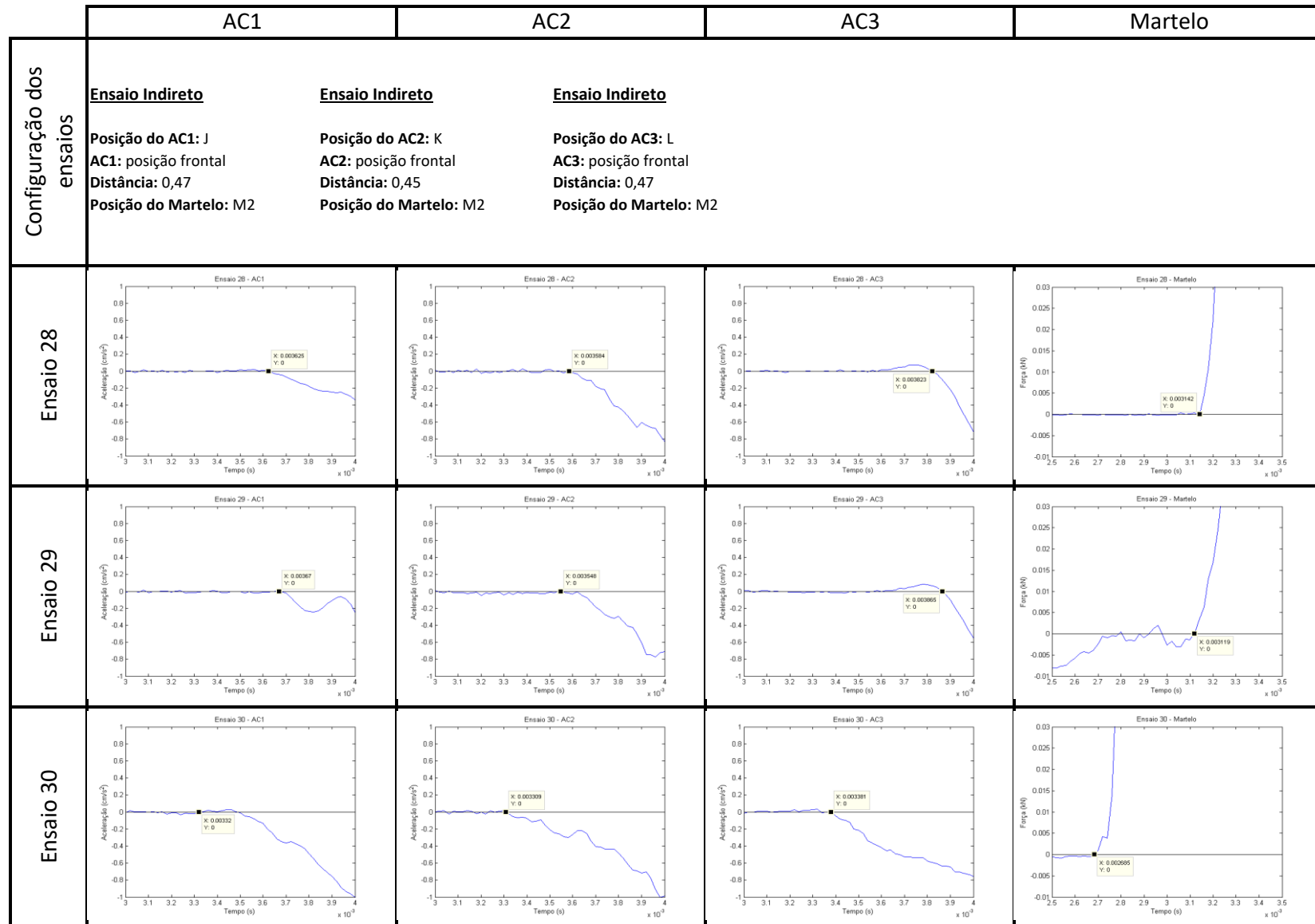
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: G AC1: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M5</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição frontal Distância: 0,30 Posição do Martelo: M5</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: I AC3: posição frontal Distância: 0,45 Posição do Martelo: M5</p>			
Ensaio 13				
Ensaio 14				
Ensaio 15				

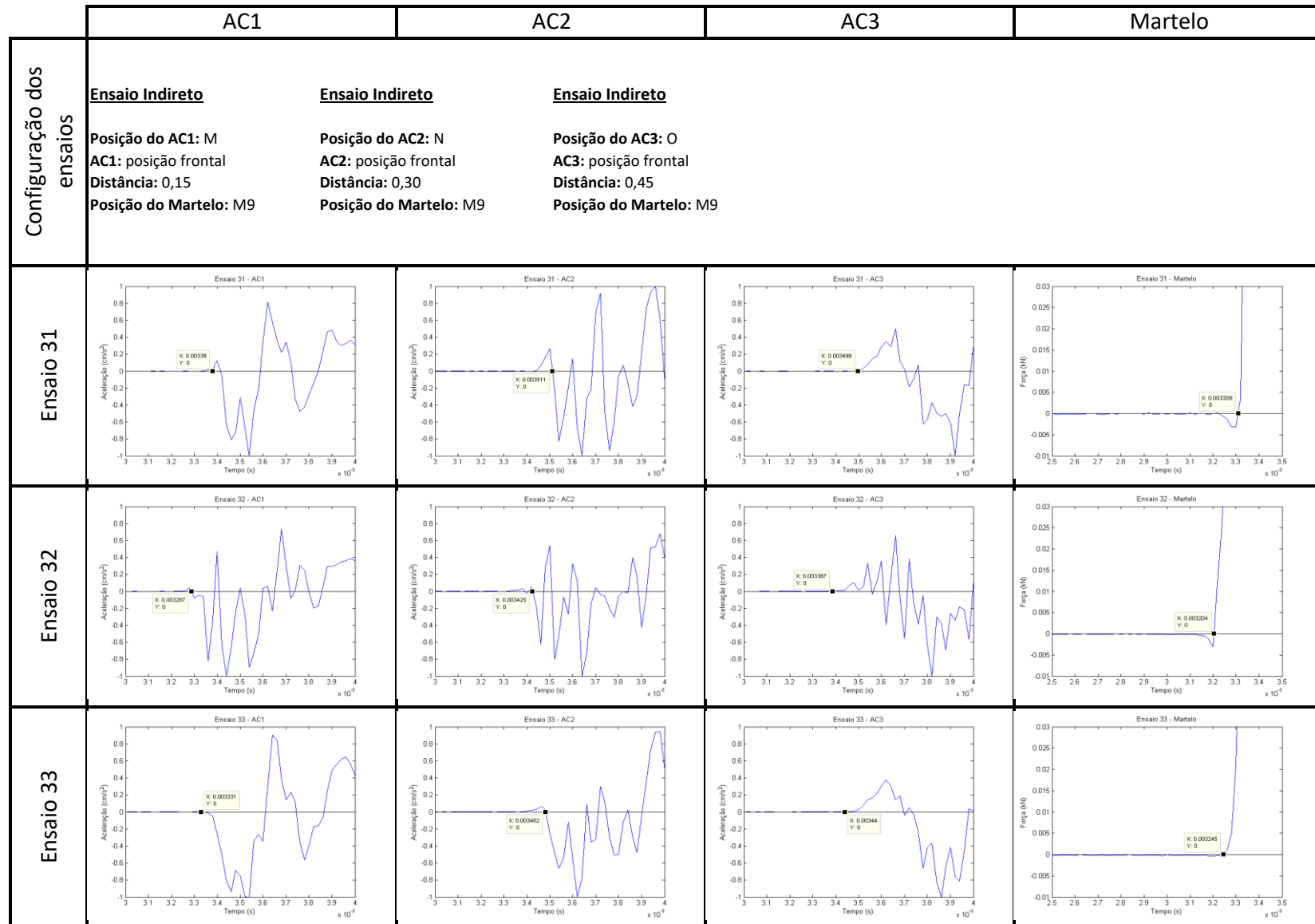
	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: G AC1: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M4</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M4</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: I AC3: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M4</p>			
Ensaio 16				
Ensaio 17				
Ensaio 18				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: G Posição do AC2: H Posição do AC3: I</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,34 Distância: 0,30 Distância: 0,34</p> <p>Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 19				
Ensaio 20				
Ensaio 21				



	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: J AC1: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M6</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: K AC2: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M6</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: L AC3: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M6</p>			
Ensaio 25				
Ensaio 26				
Ensaio 27				





	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: M AC1: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M8</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: N AC2: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M8</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: O AC3: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M8</p>			
Ensaio 34				
Ensaio 35				
Ensaio 36				

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00316	0,15	1829
Ac2	0,00308	0,00326	0,30	1639
Ac3	0,00308	0,00330	0,45	2064

Ensaio	AC	Velocidade
1	1	1829
2	1	1875
3	1	1500

Média=	1735
DesvPad=	205
Coef.Var.=	0,12
Mínimo=	1500
Máximo=	1875

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00316	0,52	6366
Ac2	0,00308	0,00326	0,58	3186
Ac3	0,00308	0,00330	0,67	3086

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	6366
17	1	6525
18	1	5220

Média=	6037
DesvPad=	712
Coef.Var.=	0,12
Mínimo=	5220
Máximo=	6525

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00300	0,00308	0,15	1875
Ac2	0,00300	0,00319	0,30	1604
Ac3	0,00300	0,00324	0,45	1860

Ensaio	AC	Velocidade
1	2	1639
2	2	1604
3	2	1442

Média=	1562
DesvPad=	105
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1442
Máximo=	1639

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00300	0,00308	0,52	6525
Ac2	0,00300	0,00319	0,58	3118
Ac3	0,00300	0,00324	0,67	2780

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	3186
17	2	3118
18	2	2803

Média=	3036
DesvPad=	204
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	2803
Máximo=	3186

ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00328	0,15	1500
Ac2	0,00318	0,00339	0,30	1442
Ac3	0,00318	0,00342	0,45	1883

Ensaio	AC	Velocidade
1	3	2064
2	3	1860
3	3	1883

Média=	1936
DesvPad=	112
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	1860
Máximo=	2064

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00328	0,52	5220
Ac2	0,00318	0,00339	0,58	2803
Ac3	0,00318	0,00342	0,67	2815

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3086
17	3	2780
18	3	2815

Média=	2893
DesvPad=	168
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	2780
Máximo=	3086

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00266	0,00291	0,21	862
Ac2	0,00266	0,00287	0,15	732
Ac3	0,00266	0,00284	0,21	1166

Ensaio	AC	Velocidade
4	1	862
5	1	1093
6	1	918

Média=	958
DesvPad=	121
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	862
Máximo=	1093

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00266	0,00291	0,54	2208
Ac2	0,00266	0,00287	0,52	2546
Ac3	0,00266	0,00284	0,54	2984

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	2208
17	1	2800
18	1	2351

Média=	2453
DesvPad=	309
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	2208
Máximo=	2800

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00290	0,00310	0,21	1093
Ac2	0,00290	0,00306	0,15	980
Ac3	0,00290	0,00304	0,21	1607

Ensaio	AC	Velocidade
4	2	732
5	2	980
6	2	843

Média=	852
DesvPad=	125
Coef.Var.=	0,15
Mínimo=	732
Máximo=	980

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00290	0,00310	0,54	2800
Ac2	0,00290	0,00306	0,52	3412
Ac3	0,00290	0,00304	0,54	4115

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2546
17	2	3412
18	2	2933

Média=	2964
DesvPad=	434
Coef.Var.=	0,15
Mínimo=	2546
Máximo=	3412

ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00307	0,00330	0,21	918
Ac2	0,00307	0,00325	0,15	843
Ac3	0,00307	0,00323	0,21	1343

Ensaio	AC	Velocidade
4	3	1166
5	3	1607
6	3	1343

Média=	1372
DesvPad=	222
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	1166
Máximo=	1607

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00307	0,00330	0,54	2351
Ac2	0,00307	0,00325	0,52	2933
Ac3	0,00307	0,00323	0,54	3438

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2984
17	3	4115
18	3	3438

Média=	3512
DesvPad=	569
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	2984
Máximo=	4115

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00325	0,15	664
Ac2	0,00302	0,00337	0,30	870
Ac3	0,00302	0,00346	0,45	1030

Ensaio	AC	Velocidade
7	1	664
8	1	882
9	1	1240

Média=	929
DesvPad=	291
Coef.Var.=	0,31
Mínimo=	664
Máximo=	1240

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00325	0,52	2310
Ac2	0,00302	0,00337	0,58	1690
Ac3	0,00302	0,00346	0,67	1539

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	2310
17	1	3071
18	1	4314

Média=	3232
DesvPad=	1012
Coef.Var.=	0,31
Mínimo=	2310
Máximo=	4314

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00291	0,00308	0,15	882
Ac2	0,00291	0,00321	0,30	1003
Ac3	0,00291	0,00327	0,45	1257

Ensaio	AC	Velocidade
7	2	870
8	2	1003
9	2	1351

Média=	1075
DesvPad=	249
Coef.Var.=	0,23
Mínimo=	870
Máximo=	1351

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00291	0,00308	0,52	3071
Ac2	0,00291	0,00321	0,58	1950
Ac3	0,00291	0,00327	0,67	1879

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1690
17	2	1950
18	2	2627

Média=	2089
DesvPad=	483
Coef.Var.=	0,23
Mínimo=	1690
Máximo=	2627

ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00342	0,15	1240
Ac2	0,00330	0,00352	0,30	1351
Ac3	0,00330	0,00360	0,45	1480

Ensaio	AC	Velocidade
7	3	1030
8	3	1257
9	3	1480

Média=	1256
DesvPad=	225
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	1030
Máximo=	1480

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00342	0,52	4314
Ac2	0,00330	0,00352	0,58	2627
Ac3	0,00330	0,00360	0,67	2213

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1539
17	3	1879
18	3	2213

Média=	1877
DesvPad=	337
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	1539
Máximo=	2213

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00323	0,21	1001
Ac2	0,00302	0,00317	0,15	968
Ac3	0,00302	0,00325	0,21	930

Ensaio	AC	Velocidade
10	1	1001
11	1	1001
12	1	1122

Média=	1041
DesvPad=	70
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1001
Máximo=	1122

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00323	0,54	2562
Ac2	0,00302	0,00317	0,52	3368
Ac3	0,00302	0,00325	0,54	2382

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	2562
17	1	2562
18	1	2874

Média=	2666
DesvPad=	180
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	2562
Máximo=	2874

ENSAIO 11

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00331	0,21	1001
Ac2	0,00310	0,00323	0,15	1210
Ac3	0,00310	0,00332	0,21	978

Ensaio	AC	Velocidade
10	2	968
11	2	1210
12	2	1071

Média=	1083
DesvPad=	121
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	968
Máximo=	1210

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00331	0,54	2562
Ac2	0,00310	0,00323	0,52	4210
Ac3	0,00310	0,00332	0,54	2503

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	3368
17	2	4210
18	2	3729

Média=	3769
DesvPad=	422
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	3368
Máximo=	4210

ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00329	0,21	1122
Ac2	0,00310	0,00324	0,15	1071
Ac3	0,00310	0,00333	0,21	922

Ensaio	AC	Velocidade
10	3	930
11	3	978
12	3	922

Média=	943
DesvPad=	30
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	922
Máximo=	978

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00329	0,54	2874
Ac2	0,00310	0,00324	0,52	3729
Ac3	0,00310	0,00333	0,54	2361

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2382
17	3	2503
18	3	2361

Média=	2416
DesvPad=	76
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	2361
Máximo=	2503

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 13

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00327	0,00336	0,15	1596
Ac2	0,00327	0,00347	0,30	1519
Ac3	0,00327	0,00348	0,45	2103

Ensaio	AC	Velocidade
13	1	1596
14	1	1546
15	1	1613

Média=	1585
DesvPad=	35
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	1546
Máximo=	1613

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00327	0,00336	0,52	5553
Ac2	0,00327	0,00347	0,58	2952
Ac3	0,00327	0,00348	0,67	3143

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	5553
17	1	5382
18	1	5613

Média=	5516
DesvPad=	120
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	5382
Máximo=	5613

ENSAIO 14

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00330	0,15	1546
Ac2	0,00320	0,00341	0,30	1449
Ac3	0,00320	0,00343	0,45	2027

Ensaio	AC	Velocidade
13	2	1519
14	2	1449
15	2	1435

Média=	1468
DesvPad=	45
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	1435
Máximo=	1519

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00330	0,52	5382
Ac2	0,00320	0,00341	0,58	2817
Ac3	0,00320	0,00343	0,67	3030

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2952
17	2	2817
18	2	2790

Média=	2853
DesvPad=	87
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	2790
Máximo=	2952

ENSAIO 15

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00314	0,00323	0,15	1613
Ac2	0,00314	0,00335	0,30	1435
Ac3	0,00314	0,00335	0,45	2123

Ensaio	AC	Velocidade
13	3	2103
14	3	2027
15	3	2123

Média=	2084
DesvPad=	50
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	2027
Máximo=	2123

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00314	0,00323	0,52	5613
Ac2	0,00314	0,00335	0,58	2790
Ac3	0,00314	0,00335	0,67	3173

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3143
17	3	3030
18	3	3173

Média=	3115
DesvPad=	75
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	3030
Máximo=	3173

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 16

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00344	0,21	1433
Ac2	0,00329	0,00346	0,15	867
Ac3	0,00329	0,00343	0,21	1515

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1433
17	1	1318
18	1	1212

Média=	1321
DesvPad=	111
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	1212
Máximo=	1433

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00344	0,54	3670
Ac2	0,00329	0,00346	0,52	3017
Ac3	0,00329	0,00343	0,54	3880

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	3670
17	1	3374
18	1	3104

Média=	3382
DesvPad=	283
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	3104
Máximo=	3670

ENSAIO 17

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00334	0,21	1318
Ac2	0,00318	0,00334	0,15	926
Ac3	0,00318	0,00332	0,21	1526

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	867
17	2	926
18	2	852

Média=	882
DesvPad=	39
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	852
Máximo=	926

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00334	0,54	3374
Ac2	0,00318	0,00334	0,52	3222
Ac3	0,00318	0,00332	0,54	3907

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	3017
17	2	3222
18	2	2966

Média=	3069
DesvPad=	136
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	2966
Máximo=	3222

ENSAIO 18

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00336	0,21	1212
Ac2	0,00319	0,00336	0,15	852
Ac3	0,00319	0,00334	0,21	1386

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1515
17	3	1526
18	3	1386

Média=	1476
DesvPad=	78
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	1386
Máximo=	1526

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00336	0,54	3104
Ac2	0,00319	0,00336	0,52	2966
Ac3	0,00319	0,00334	0,54	3550

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3880
17	3	3907
18	3	3550

Média=	3779
DesvPad=	199
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	3550
Máximo=	3907

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 19

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00309	0,00337	0,34	1194
Ac2	0,00309	0,00342	0,30	896
Ac3	0,00309	0,00347	0,34	878

Ensaio	AC	Velocidade
19	1	1194
20	1	1061
21	1	867

Média=	1041
DesvPad=	164
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	867
Máximo=	1194

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00309	0,00337	0,60	2143
Ac2	0,00309	0,00342	0,58	1741
Ac3	0,00309	0,00347	0,60	1576

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	2143
17	1	1905
18	1	1556

Média=	1868
DesvPad=	295
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	1556
Máximo=	2143

ENSAIO 20

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00313	0,00345	0,34	1061
Ac2	0,00313	0,00347	0,30	888
Ac3	0,00313	0,00356	0,34	782

Ensaio	AC	Velocidade
19	2	896
20	2	888
21	2	718

Média=	834
DesvPad=	100
Coef.Var.=	0,12
Mínimo=	718
Máximo=	896

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00313	0,00345	0,60	1905
Ac2	0,00313	0,00347	0,58	1725
Ac3	0,00313	0,00356	0,60	1403

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1741
17	2	1725
18	2	1395

Média=	1620
DesvPad=	195
Coef.Var.=	0,12
Mínimo=	1395
Máximo=	1741

ENSAIO 21

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00287	0,00325	0,34	867
Ac2	0,00287	0,00329	0,30	718
Ac3	0,00287	0,00340	0,34	625

Ensaio	AC	Velocidade
19	3	878
20	3	782
21	3	625

Média=	761
DesvPad=	128
Coef.Var.=	0,17
Mínimo=	625
Máximo=	878

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00287	0,00325	0,60	1556
Ac2	0,00287	0,00329	0,58	1395
Ac3	0,00287	0,00340	0,60	1121

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1576
17	3	1403
18	3	1121

Média=	1367
DesvPad=	230
Coef.Var.=	0,17
Mínimo=	1121
Máximo=	1576

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 22

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00340	0,15	1899
Ac2	0,00332	0,00350	0,30	1676
Ac3	0,00332	0,00356	0,45	1931

Ensaio	AC	Velocidade
22	1	1899
23	1	1923
24	1	1667

Média=	1829
DesvPad=	142
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	1667
Máximo=	1923

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00340	0,52	6608
Ac2	0,00332	0,00350	0,58	3258
Ac3	0,00332	0,00356	0,67	2887

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	6608
17	1	6693
18	1	5800

Média=	6367
DesvPad=	493
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	5800
Máximo=	6693

ENSAIO 23

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00326	0,15	1923
Ac2	0,00319	0,00336	0,30	1685
Ac3	0,00319	0,00342	0,45	1940

Ensaio	AC	Velocidade
22	2	1676
23	2	1685
24	2	1714

Média=	1692
DesvPad=	20
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1676
Máximo=	1714

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00326	0,52	6693
Ac2	0,00319	0,00336	0,58	3276
Ac3	0,00319	0,00342	0,67	2899

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	3258
17	2	3276
18	2	3332

Média=	3288
DesvPad=	39
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	3258
Máximo=	3332

ENSAIO 24

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00315	0,00324	0,15	1667
Ac2	0,00315	0,00333	0,30	1714
Ac3	0,00315	0,00341	0,45	1744

Ensaio	AC	Velocidade
22	3	1931
23	3	1940
24	3	1744

Média=	1872
DesvPad=	111
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	1744
Máximo=	1940

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00315	0,00324	0,52	5800
Ac2	0,00315	0,00333	0,58	3332
Ac3	0,00315	0,00341	0,67	2607

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2887
17	3	2899
18	3	2607

Média=	2798
DesvPad=	165
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	2607
Máximo=	2899

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 25

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00336	0,21	1326
Ac2	0,00320	0,00332	0,15	1282
Ac3	0,00320	0,00343	0,21	939

Ensaio	AC	Velocidade
25	1	1326
26	1	1424
27	1	1433

Média=	1394
DesvPad=	59
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1326
Máximo=	1433

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00336	0,54	3395
Ac2	0,00320	0,00332	0,52	4462
Ac3	0,00320	0,00343	0,54	2403

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	3395
17	1	3645
18	1	3670

Média=	3570
DesvPad=	152
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	3395
Máximo=	3670

ENSAIO 26

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00327	0,00341	0,21	1424
Ac2	0,00327	0,00336	0,15	1515
Ac3	0,00327	0,00344	0,21	1212

Ensaio	AC	Velocidade
25	2	1282
26	2	1515
27	2	1500

Média=	1432
DesvPad=	130
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	1282
Máximo=	1515

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00327	0,00341	0,54	3645
Ac2	0,00327	0,00336	0,52	5273
Ac3	0,00327	0,00344	0,54	3104

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	4462
17	2	5273
18	2	5220

Média=	4985
DesvPad=	454
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	4462
Máximo=	5273

ENSAIO 27

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00313	0,00328	0,21	1433
Ac2	0,00313	0,00323	0,15	1500
Ac3	0,00313	0,00335	0,21	1005

Ensaio	AC	Velocidade
25	3	939
26	3	1212
27	3	1005

Média=	1052
DesvPad=	143
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	939
Máximo=	1212

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00313	0,00328	0,54	3670
Ac2	0,00313	0,00323	0,52	5220
Ac3	0,00313	0,00335	0,54	2574

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2403
17	3	3104
18	3	2574

Média=	2694
DesvPad=	365
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	2403
Máximo=	3104

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 28

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00314	0,00363	0,47	982
Ac2	0,00314	0,00358	0,45	1018
Ac3	0,00314	0,00382	0,47	697

Ensaio	AC	Velocidade
28	1	982
29	1	861
30	1	747

Média=	863
DesvPad=	118
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	747
Máximo=	982

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00314	0,00363	0,69	1427
Ac2	0,00314	0,00358	0,67	1522
Ac3	0,00314	0,00382	0,69	1012

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1427
17	1	1251
18	1	1085

Média=	1254
DesvPad=	171
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	1085
Máximo=	1427

ENSAIO 29

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00312	0,00367	0,47	861
Ac2	0,00312	0,00355	0,45	1049
Ac3	0,00312	0,00387	0,47	636

Ensaio	AC	Velocidade
28	2	1018
29	2	1049
30	2	721

Média=	929
DesvPad=	181
Coef.Var.=	0,19
Mínimo=	721
Máximo=	1049

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00312	0,00367	0,69	1251
Ac2	0,00312	0,00355	0,67	1568
Ac3	0,00312	0,00387	0,69	924

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1522
17	2	1568
18	2	1078

Média=	1389
DesvPad=	271
Coef.Var.=	0,19
Mínimo=	1078
Máximo=	1568

ENSAIO 30

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00269	0,00332	0,47	747
Ac2	0,00269	0,00331	0,45	721
Ac3	0,00269	0,00338	0,47	682

Ensaio	AC	Velocidade
28	3	697
29	3	636
30	3	682

Média=	671
DesvPad=	32
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	636
Máximo=	697

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00269	0,00332	0,69	1085
Ac2	0,00269	0,00331	0,67	1078
Ac3	0,00269	0,00338	0,69	990

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1012
17	3	924
18	3	990

Média=	975
DesvPad=	46
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	924
Máximo=	1012

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 31

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00331	0,00338	0,15	2113
Ac2	0,00331	0,00351	0,30	1485
Ac3	0,00331	0,00350	0,45	2381

Ensaio	AC	Velocidade
31	1	2113
32	1	1807
33	1	1744

Média=	1888
DesvPad=	197
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	1744
Máximo=	2113

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00331	0,00338	0,52	7352
Ac2	0,00331	0,00351	0,58	2887
Ac3	0,00331	0,00350	0,67	3559

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	7352
17	1	6289
18	1	6070

Média=	6571
DesvPad=	686
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	6070
Máximo=	7352

ENSAIO 32

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00329	0,15	1807
Ac2	0,00320	0,00343	0,30	1357
Ac3	0,00320	0,00339	0,45	2459

Ensaio	AC	Velocidade
31	2	1485
32	2	1357
33	2	1266

Média=	1369
DesvPad=	110
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	1266
Máximo=	1485

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00329	0,52	6289
Ac2	0,00320	0,00343	0,58	2638
Ac3	0,00320	0,00339	0,67	3676

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2887
17	2	2638
18	2	2460

Média=	2662
DesvPad=	214
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	2460
Máximo=	2887

ENSAIO 33

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00325	0,00333	0,15	1744
Ac2	0,00325	0,00348	0,30	1266
Ac3	0,00325	0,00344	0,45	2308

Ensaio	AC	Velocidade
31	3	2381
32	3	2459
33	3	2308

Média=	2383
DesvPad=	76
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	2308
Máximo=	2459

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00325	0,00333	0,52	6070
Ac2	0,00325	0,00348	0,58	2460
Ac3	0,00325	0,00344	0,67	3450

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3559
17	3	3676
18	3	3450

Média=	3562
DesvPad=	113
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	3450
Máximo=	3676

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 34

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00348	0,21	1526
Ac2	0,00334	0,00344	0,15	1485
Ac3	0,00334	0,00351	0,21	1270

Ensaio	AC	Velocidade
34	1	1526
35	1	1504
36	1	1711

Média=	1580
DesvPad=	113
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1504
Máximo=	1711

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00348	0,54	3907
Ac2	0,00334	0,00344	0,52	5168
Ac3	0,00334	0,00351	0,54	3252

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	3907
17	1	3852
18	1	4380

Média=	4047
DesvPad=	290
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	3852
Máximo=	4380

ENSAIO 35

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00338	0,21	1504
Ac2	0,00324	0,00335	0,15	1442
Ac3	0,00324	0,00341	0,21	1286

Ensaio	AC	Velocidade
34	2	1485
35	2	1442
36	2	1630

Média=	1519
DesvPad=	99
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	1442
Máximo=	1630

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00338	0,54	3852
Ac2	0,00324	0,00335	0,52	5019
Ac3	0,00324	0,00341	0,54	3292

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	5168
17	2	5019
18	2	5674

Média=	5287
DesvPad=	343
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	5019
Máximo=	5674

ENSAIO 36

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00325	0,00337	0,21	1711
Ac2	0,00325	0,00334	0,15	1630
Ac3	0,00325	0,00336	0,21	1894

Ensaio	AC	Velocidade
34	3	1270
35	3	1286
36	3	1894

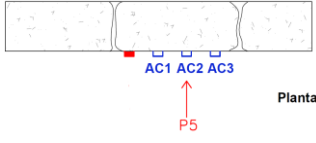
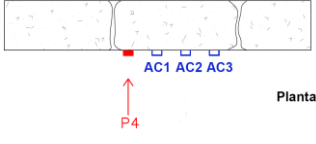
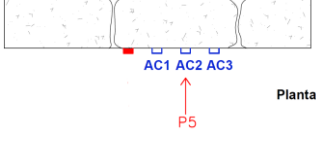
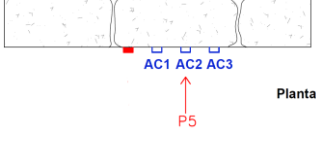
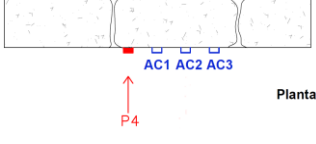
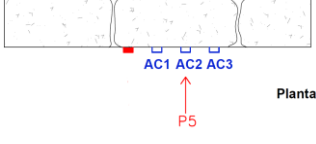
Média=	1483
DesvPad=	356
Coef.Var.=	0,24
Mínimo=	1270
Máximo=	1894

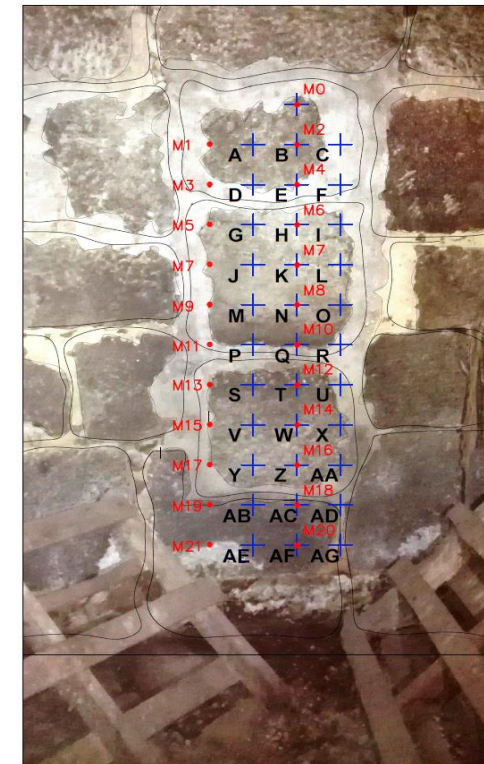
Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00325	0,00337	0,54	4380
Ac2	0,00325	0,00334	0,52	5674
Ac3	0,00325	0,00336	0,54	4849





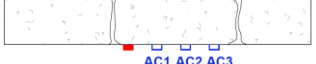
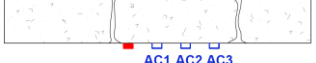
Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3252
17	3	3292
18	3	4849

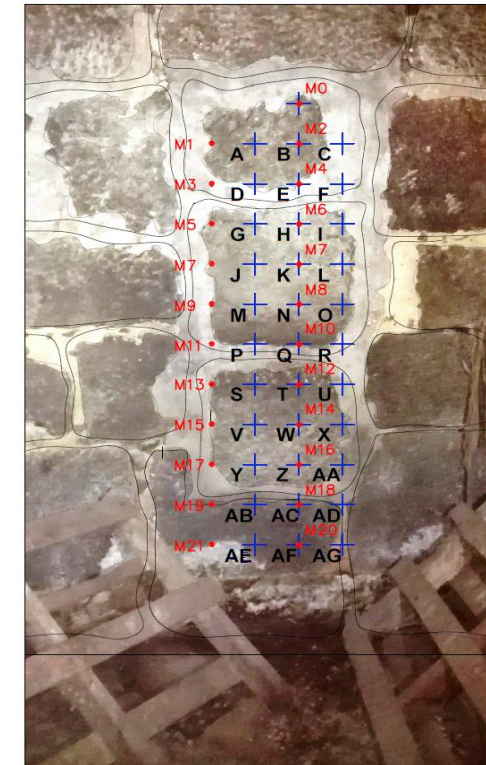
Média=	3798
DesvPad=	911
Coef.Var.=	0,24
Mínimo=	3252
Máximo=	4849

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÓMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	SENTIDO						
ENSAIO 1	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,62	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,60	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,62	
ENSAIO 2	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,62	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,60	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,62	
ENSAIO 3	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	M	FRONTAL	0,62	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	N	FRONTAL	0,60	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	O	FRONTAL	0,62	
ENSAIO 4	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 5	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 6	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M11	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 7	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 8	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 9	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M10	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 10	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,76	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,75	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,76	
ENSAIO 11	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,76	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,75	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,76	
ENSAIO 12	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	P	FRONTAL	0,76	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	Q	FRONTAL	0,75	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	R	FRONTAL	0,76	
ENSAIO 13	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 14	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 15	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M13	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 16	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 17	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 18	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M12	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,21	



ENSAIO 19	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,91	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,90	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,91	
ENSAIO 20	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,91	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,90	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,91	
ENSAIO 21	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	S	FRONTAL	0,91	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	T	FRONTAL	0,90	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	U	FRONTAL	0,91	
ENSAIO 22	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 23	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 24	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M15	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 25	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 26	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 27	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC1	V	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC2	W	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M14	PF	●	AC3	X	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 28	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	V	FRONTAL	1,06	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	W	FRONTAL	1,05	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	X	FRONTAL	1,06	
ENSAIO 29	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	V	FRONTAL	1,06	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	W	FRONTAL	1,05	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	X	FRONTAL	1,06	
ENSAIO 30	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	V	FRONTAL	1,06	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	W	FRONTAL	1,05	
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	X	FRONTAL	1,06	
ENSAIO 31	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 32	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 33	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,30	
	INDIRETO	P4	M17	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,45	
ENSAIO 34	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,21	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 35	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,21	
ENSAIO 36	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	0,21	
	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	0,15	
	INDIRETO	P5	M16	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	0,21	



SOLAR DE LAMAS

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: M Posição do AC2: N Posição do AC3: O AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal Distância: 0,62 Distância: 0,60 Distância: 0,62 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 01				
Ensaio 02				
Ensaio 03				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: P Posição do AC2: Q Posição do AC3: R</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,15 Distância: 0,30 Distância: 0,45</p> <p>Posição do Martelo: M11 Posição do Martelo: M11 Posição do Martelo: M11</p>			
Ensaio 04				
Ensaio 05				
Ensaio 06				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: P Posição do AC2: Q Posição do AC3: R</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,21 Distância: 0,15 Distância: 0,21</p> <p>Posição do Martelo: M10 Posição do Martelo: M10 Posição do Martelo: M10</p>			
Ensaio 07				
Ensaio 08				
Ensaio 09				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: P Posição do AC2: Q Posição do AC3: R</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,76 Distância: 0,75 Distância: 0,76</p> <p>Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: S Posição do AC2: T Posição do AC3: U</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,15 Distância: 0,30 Distância: 0,45</p> <p>Posição do Martelo: M13 Posição do Martelo: M13 Posição do Martelo: M13</p>			
Ensaio 13				
Ensaio 14				
Ensaio 15				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: S Posição do AC2: T Posição do AC3: U</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,21 Distância: 0,15 Distância: 0,21</p> <p>Posição do Martelo: M12 Posição do Martelo: M12 Posição do Martelo: M12</p>			
Ensaio 16				
Ensaio 17				
Ensaio 18				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: S Posição do AC2: T Posição do AC3: U</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,91 Distância: 0,90 Distância: 0,91</p> <p>Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 19				
Ensaio 20				
Ensaio 21				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: V Posição do AC2: W Posição do AC3: X</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,15 Distância: 0,30 Distância: 0,45</p> <p>Posição do Martelo: M15 Posição do Martelo: M15 Posição do Martelo: M15</p>			
Ensaio 22				
Ensaio 23				
Ensaio 24				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p><u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u> <u>Ensaio Indireto</u></p> <p>Posição do AC1: V Posição do AC2: W Posição do AC3: X</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,21 Distância: 0,15 Distância: 0,21</p> <p>Posição do Martelo: M14 Posição do Martelo: M14 Posição do Martelo: M14</p>			
Ensaio 25				
Ensaio 26				
Ensaio 27				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: V Posição do AC2: W Posição do AC3: X</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 1,06 Distância: 1,05 Distância: 1,06</p> <p>Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 28				
Ensaio 29				
Ensaio 30				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: Y Posição do AC2: Z Posição do AC3: AA</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,15 Distância: 0,30 Distância: 0,45</p> <p>Posição do Martelo: M17 Posição do Martelo: M17 Posição do Martelo: M17</p>			
Ensaio 31				
Ensaio 32				
Ensaio 33				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: Y Posição do AC2: Z Posição do AC3: AA</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 0,21 Distância: 0,15 Distância: 0,21</p> <p>Posição do Martelo: M16 Posição do Martelo: M16 Posição do Martelo: M16</p>			
Ensaio 34				
Ensaio 35				
Ensaio 36				

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00296	0,00389	0,62	664
Ac2	0,00296	0,00398	0,60	589
Ac3	0,00296	0,00362	0,62	934

Ensaio	AC	Velocidade
1	1	664
2	1	949
3	1	772

Média=	795
DesvPad=	144
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	664
Máximo=	949

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00296	0,00389	0,80	854
Ac2	0,00296	0,00398	0,78	767
Ac3	0,00296	0,00362	0,80	1201

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	854
17	1	1220
18	1	993

Média=	1022
DesvPad=	185
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	854
Máximo=	1220

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00374	0,62	949
Ac2	0,00308	0,00388	0,60	750
Ac3	0,00308	0,00387	0,62	788

Ensaio	AC	Velocidade
1	2	589
2	2	750
3	2	739

Média=	693
DesvPad=	90
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	589
Máximo=	750

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00374	0,80	1220
Ac2	0,00308	0,00388	0,78	976
Ac3	0,00308	0,00387	0,80	1013

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	767
17	2	976
18	2	962

Média=	902
DesvPad=	117
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	767
Máximo=	976

ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00388	0,62	772
Ac2	0,00308	0,00389	0,60	739
Ac3	0,00308	0,00362	0,62	1135

Ensaio	AC	Velocidade
1	3	934
2	3	788
3	3	1135

Média=	952
DesvPad=	174
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	788
Máximo=	1135

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00388	0,80	993
Ac2	0,00308	0,00389	0,78	962
Ac3	0,00308	0,00362	0,80	1459

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1201
17	3	1013
18	3	1459

Média=	1225
DesvPad=	224
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	1013
Máximo=	1459

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00306	0,00321	0,15	968
Ac2	0,00306	0,00332	0,3	1128
Ac3	0,00306	0,00334	0,45	1596

Ensaio	AC	Velocidade
4	1	968
5	1	1079
6	1	562

Média=	870
DesvPad=	272
Coef.Var.=	0,31
Mínimo=	562
Máximo=	1079

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00306	0,00321	0,52	3368
Ac2	0,00306	0,00332	0,58	2192
Ac3	0,00306	0,00334	0,67	2385

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	3368
17	1	3756
18	1	1955

Média=	3026
DesvPad=	948
Coef.Var.=	0,31
Mínimo=	1955
Máximo=	3756

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00322	0,00336	0,15	1079
Ac2	0,00322	0,00347	0,3	1230
Ac3	0,00322	0,00349	0,45	1692

Ensaio	AC	Velocidade
4	2	1128
5	2	1230
6	2	759

Média=	1039
DesvPad=	247
Coef.Var.=	0,24
Mínimo=	759
Máximo=	1230

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00322	0,00336	0,52	3756
Ac2	0,00322	0,00347	0,58	2390
Ac3	0,00322	0,00349	0,67	2529

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2192
17	2	2390
18	2	1476

Média=	2019
DesvPad=	481
Coef.Var.=	0,24
Mínimo=	1476
Máximo=	2390

ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00305	0,00332	0,15	562
Ac2	0,00305	0,00345	0,3	759
Ac3	0,00305	0,00336	0,45	1466

Ensaio	AC	Velocidade
4	3	1596
5	3	1692
6	3	1466

Média=	1584
DesvPad=	113
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1466
Máximo=	1692

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00305	0,00332	0,52	1955
Ac2	0,00305	0,00345	0,58	1476
Ac3	0,00305	0,00336	0,67	2191

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2385
17	3	2529
18	3	2191

Média=	2368
DesvPad=	170
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	2191
Máximo=	2529

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00334	0,212	1343
Ac2	0,00318	0,00336	0,15	862
Ac3	0,00318	0,00344	0,212	842

Ensaio	AC	Velocidade
7	1	1343
8	1	1270
9	1	1360

Média=	1324
DesvPad=	48
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1270
Máximo=	1360

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00334	0,54	3438
Ac2	0,00318	0,00336	0,52	3000
Ac3	0,00318	0,00344	0,54	2155

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	3438
17	1	3252
18	1	3482

Média=	3391
DesvPad=	122
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	3252
Máximo=	3482

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00337	0,212	1270
Ac2	0,00320	0,00338	0,15	838
Ac3	0,00320	0,00334	0,212	1595

Ensaio	AC	Velocidade
7	2	862
8	2	838
9	2	718

Média=	806
DesvPad=	77
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	718
Máximo=	862

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00337	0,54	3252
Ac2	0,00320	0,00338	0,52	2916
Ac3	0,00320	0,00334	0,54	4084

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	3000
17	2	2916
18	2	2498

Média=	2805
DesvPad=	269
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	2498
Máximo=	3000

ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00334	0,212	1360
Ac2	0,00318	0,00339	0,15	718
Ac3	0,00318	0,00335	0,212	1270

Ensaio	AC	Velocidade
7	3	842
8	3	1595
9	3	1270

Média=	1236
DesvPad=	378
Coef.Var.=	0,31
Mínimo=	842
Máximo=	1595

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00334	0,54	3482
Ac2	0,00318	0,00339	0,52	2498
Ac3	0,00318	0,00335	0,54	3252

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2155
17	3	4084
18	3	3252

Média=	3164
DesvPad=	967
Coef.Var.=	0,31
Mínimo=	2155
Máximo=	4084

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00293	0,00383	0,76	849
Ac2	0,00293	0,00372	0,75	951
Ac3	0,00293	0,00353	0,76	1264

Ensaio	AC	Velocidade
10	1	849
11	1	977
12	1	1099

Média=	975
DesvPad=	125
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	849
Máximo=	1099

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00293	0,00383	0,91	1014
Ac2	0,00293	0,00372	0,90	1142
Ac3	0,00293	0,00353	0,91	1510

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1014
17	1	1167
18	1	1313

Média=	1165
DesvPad=	149
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	1014
Máximo=	1313

ENSAIO 11

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00306	0,00384	0,76	977
Ac2	0,00306	0,00372	0,75	1133
Ac3	0,00306	0,00371	0,76	1182

Ensaio	AC	Velocidade
10	2	951
11	2	1133
12	2	1142

Média=	1075
DesvPad=	108
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	951
Máximo=	1142

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00306	0,00384	0,91	1167
Ac2	0,00306	0,00372	0,90	1362
Ac3	0,00306	0,00371	0,91	1412

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1142
17	2	1362
18	2	1372

Média=	1292
DesvPad=	130
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	1142
Máximo=	1372

ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00311	0,00380	0,76	1099
Ac2	0,00311	0,00376	0,75	1142
Ac3	0,00311	0,00376	0,76	1166

Ensaio	AC	Velocidade
10	3	1264
11	3	1182
12	3	1166

Média=	1204
DesvPad=	53
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1166
Máximo=	1264

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00311	0,00380	0,91	1313
Ac2	0,00311	0,00376	0,90	1372
Ac3	0,00311	0,00376	0,91	1393

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1510
17	3	1412
18	3	1393

Média=	1439
DesvPad=	63
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1393
Máximo=	1510

ENSAIO 13

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00336	0,15	2083
Ac2	0,00329	0,00344	0,3	1935
Ac3	0,00329	0,00349	0,45	2284

Ensaio	AC	Velocidade
13	1	2083
14	1	1500
15	1	1485

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

1689

341

0,20

1485

2083

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00329	0,00336	0,52	7250
Ac2	0,00329	0,00344	0,58	3762
Ac3	0,00329	0,00349	0,67	3415

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	7250
17	1	5220
18	1	5168

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

5880

1187

0,20

5168

7250

ENSAIO 14

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00318	0,15	1500
Ac2	0,00308	0,00344	0,3	833
Ac3	0,00308	0,00332	0,45	1883

Ensaio	AC	Velocidade
13	2	1935
14	2	833
15	2	1083

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

1284

578

0,45

833

1935

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00318	0,52	5220
Ac2	0,00308	0,00344	0,58	1620
Ac3	0,00308	0,00332	0,67	2815

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	3762
17	2	1620
18	2	2105

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

2496

1123

0,45

1620

3762

ENSAIO 15

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00321	0,00331	0,15	1485
Ac2	0,00321	0,00349	0,3	1083
Ac3	0,00321	0,00341	0,45	2273

Ensaio	AC	Velocidade
13	3	2284
14	3	1883
15	3	2273

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

2147

229

0,11

1883

2284

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00321	0,00331	0,52	5168
Ac2	0,00321	0,00349	0,58	2105
Ac3	0,00321	0,00341	0,67	3397

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3415
17	3	2815
18	3	3397

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

3209

342

0,11

2815

3415

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 16

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00370	0,212	415
Ac2	0,00319	0,00344	0,15	605
Ac3	0,00319	0,00352	0,212	647

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	415
17	1	430
18	1	326

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

391

56

0,14

326

430

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00319	0,00370	0,54	1063
Ac2	0,00319	0,00344	0,52	2105
Ac3	0,00319	0,00352	0,54	1656

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1063
17	1	1102
18	1	836

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

1000

144

0,14

836

1102

ENSAIO 17

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00373	0,212	430
Ac2	0,00324	0,00349	0,15	593
Ac3	0,00324	0,00354	0,212	702

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	605
17	2	593
18	2	502

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

566

56

0,10

502

605

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00373	0,54	1102
Ac2	0,00324	0,00349	0,52	2063
Ac3	0,00324	0,00354	0,54	1798

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2105
17	2	2063
18	2	1746

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

1971

196

0,10

1746

2105

ENSAIO 18

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00322	0,00387	0,212	326
Ac2	0,00322	0,00352	0,15	502
Ac3	0,00322	0,00363	0,212	515

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	647
17	3	702
18	3	515

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

621

96

0,16

515

702

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00322	0,00387	0,54	836
Ac2	0,00322	0,00352	0,52	1746
Ac3	0,00322	0,00363	0,54	1318

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1656
17	3	1798
18	3	1318

Média=

DesvPad=

Coef.Var.=

Mínimo=

Máximo=

1591

247

0,16

1318

1798

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 19

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00420	0,91	912
Ac2	0,00320	0,00406	0,90	1048
Ac3	0,00320	0,00402	0,91	1110

Ensaio	AC	Velocidade
19	1	912
20	1	1016
21	1	758

Média=	896
DesvPad=	130
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	758
Máximo=	1016

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00420	1,04	1040
Ac2	0,00320	0,00406	1,03	1199
Ac3	0,00320	0,00402	1,04	1266

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1040
17	1	1159
18	1	865

Média=	1021
DesvPad=	148
Coef.Var.=	0,14
Mínimo=	865
Máximo=	1159

ENSAIO 20

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00408	0,91	1016
Ac2	0,00318	0,00404	0,90	1049
Ac3	0,00318	0,00391	0,91	1250

Ensaio	AC	Velocidade
19	2	1048
20	2	1049
21	2	881

Média=	992
DesvPad=	97
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	881
Máximo=	1049

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00408	1,04	1159
Ac2	0,00318	0,00404	1,03	1200
Ac3	0,00318	0,00391	1,04	1425

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1199
17	2	1200
18	2	1007

Média=	1135
DesvPad=	111
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	1007
Máximo=	1200

ENSAIO 21

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00292	0,00412	0,91	758
Ac2	0,00292	0,00394	0,90	881
Ac3	0,00292	0,00396	0,91	876

Ensaio	AC	Velocidade
19	3	1110
20	3	1250
21	3	876

Média=	1079
DesvPad=	189
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	876
Máximo=	1250

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00292	0,00412	1,04	865
Ac2	0,00292	0,00394	1,03	1007
Ac3	0,00292	0,00396	1,04	998

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1266
17	3	1425
18	3	998

Média=	1230
DesvPad=	216
Coef.Var.=	0,18
Mínimo=	998
Máximo=	1425

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 22

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00316	0,00328	0,15	1271
Ac2	0,00316	0,00337	0,3	1478
Ac3	0,00316	0,00347	0,45	1447

Ensaio	AC	Velocidade
22	1	1271
23	1	1220
24	1	1240

Média=	1243
DesvPad=	26
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	1220
Máximo=	1271

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00316	0,00328	0,52	4424
Ac2	0,00316	0,00337	0,58	2872
Ac3	0,00316	0,00347	0,67	2163

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	4424
17	1	4244
18	1	4314

Média=	4327
DesvPad=	91
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	4244
Máximo=	4424

ENSAIO 23

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00314	0,15	1220
Ac2	0,00302	0,00329	0,3	1099
Ac3	0,00302	0,00349	0,45	953

Ensaio	AC	Velocidade
22	2	1478
23	2	1099
24	2	1333

Média=	1303
DesvPad=	191
Coef.Var.=	0,15
Mínimo=	1099
Máximo=	1478

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00314	0,52	4244
Ac2	0,00302	0,00329	0,58	2136
Ac3	0,00302	0,00349	0,67	1425

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2872
17	2	2136
18	2	2592

Média=	2533
DesvPad=	372
Coef.Var.=	0,15
Mínimo=	2136
Máximo=	2872

ENSAIO 24

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00312	0,00324	0,15	1240
Ac2	0,00312	0,00335	0,3	1333
Ac3	0,00312	0,00347	0,45	1304

Ensaio	AC	Velocidade
22	3	1447
23	3	953
24	3	1304

Média=	1235
DesvPad=	254
Coef.Var.=	0,21
Mínimo=	953
Máximo=	1447

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00312	0,00324	0,52	4314
Ac2	0,00312	0,00335	0,58	2592
Ac3	0,00312	0,00347	0,67	1950

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2163
17	3	1425
18	3	1950

Média=	1846
DesvPad=	380
Coef.Var.=	0,21
Mínimo=	1425
Máximo=	2163

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 25

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00312	0,00324	0,212	1768
Ac2	0,00312	0,00319	0,15	2206
Ac3	0,00312	0,00326	0,212	1560

Ensaio	AC	Velocidade
25	1	1768
26	1	1813
27	1	1753

Média=	1778
DesvPad=	31
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	1753
Máximo=	1813

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00312	0,00324	0,54	4526
Ac2	0,00312	0,00319	0,52	7677
Ac3	0,00312	0,00326	0,54	3994

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	4526
17	1	4642
18	1	4489

Média=	4552
DesvPad=	80
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	4489
Máximo=	4642

ENSAIO 26

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00323	0,00334	0,212	1813
Ac2	0,00323	0,00329	0,15	2344
Ac3	0,00323	0,00338	0,212	1351

Ensaio	AC	Velocidade
25	2	2206
26	2	2344
27	2	2500

Média=	2350
DesvPad=	147
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	2206
Máximo=	2500

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00323	0,00334	0,54	4642
Ac2	0,00323	0,00329	0,52	8156
Ac3	0,00323	0,00338	0,54	3459

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	7677
17	2	8156
18	2	8700

Média=	8178
DesvPad=	512
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	7677
Máximo=	8700

ENSAIO 27

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00336	0,212	1753
Ac2	0,00324	0,00330	0,15	2500
Ac3	0,00324	0,00339	0,212	1463

Ensaio	AC	Velocidade
25	3	1560
26	3	1351
27	3	1463

Média=	1458
DesvPad=	104
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1351
Máximo=	1560

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00336	0,54	4489
Ac2	0,00324	0,00330	0,52	8700
Ac3	0,00324	0,00339	0,54	3746

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3994
17	3	3459
18	3	3746

Média=	3733
DesvPad=	267
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	3459
Máximo=	3994

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 28

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00429	1,06	837
Ac2	0,00302	0,00426	1,05	847
Ac3	0,00302	0,00415	1,06	939

Ensaio	AC	Velocidade
28	1	837
29	1	981
30	1	892

Média=	903
DesvPad=	73
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	837
Máximo=	981

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00302	0,00429	1,17	925
Ac2	0,00302	0,00426	1,16	938
Ac3	0,00302	0,00415	1,17	1039

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	925
17	1	1085
18	1	986

Média=	999
DesvPad=	80
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	925
Máximo=	1085

ENSAIO 29

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00427	1,06	981
Ac2	0,00318	0,00427	1,05	970
Ac3	0,00318	0,00411	1,06	1149

Ensaio	AC	Velocidade
28	2	847
29	2	970
30	2	916

Média=	911
DesvPad=	62
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	847
Máximo=	970

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00427	1,17	1085
Ac2	0,00318	0,00427	1,16	1075
Ac3	0,00318	0,00411	1,17	1270

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	938
17	2	1075
18	2	1015

Média=	1009
DesvPad=	69
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	938
Máximo=	1075

ENSAIO 30

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00427	1,06	892
Ac2	0,00308	0,00422	1,05	916
Ac3	0,00308	0,00407	1,06	1064

Ensaio	AC	Velocidade
28	3	939
29	3	1149
30	3	1064

Média=	1051
DesvPad=	105
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	939
Máximo=	1149

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00427	1,17	986
Ac2	0,00308	0,00422	1,16	1015
Ac3	0,00308	0,00407	1,17	1176

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1039
17	3	1270
18	3	1176

Média=	1162
DesvPad=	117
Coef.Var.=	0,10
Mínimo=	1039
Máximo=	1270

ENSAIO 31

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00306	0,00315	0,15	1667
Ac2	0,00306	0,00330	0,3	1245
Ac3	0,00306	0,00326	0,45	2239

Ensaio	AC	Velocidade
31	1	1667
32	1	1724
33	1	1049

Média=	1480
DesvPad=	374
Coef.Var.=	0,25
Mínimo=	1049
Máximo=	1724

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00306	0,00315	0,52	5800
Ac2	0,00306	0,00330	0,58	2419
Ac3	0,00306	0,00326	0,67	3347

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	5800
17	1	6000
18	1	3650

Média=	5150
DesvPad=	1303
Coef.Var.=	0,25
Mínimo=	3650
Máximo=	6000

ENSAIO 32

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00296	0,00304	0,15	1724
Ac2	0,00296	0,00317	0,3	1402
Ac3	0,00296	0,00315	0,45	2320

Ensaio	AC	Velocidade
31	2	1245
32	2	1402
33	2	1493

Média=	1380
DesvPad=	125
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	1245
Máximo=	1493

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00296	0,00304	0,52	6000
Ac2	0,00296	0,00317	0,58	2725
Ac3	0,00296	0,00315	0,67	3467

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2419
17	2	2725
18	2	2901

Média=	2682
DesvPad=	244
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	2419
Máximo=	2901

ENSAIO 33

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00297	0,00311	0,15	1049
Ac2	0,00297	0,00317	0,3	1493
Ac3	0,00297	0,00316	0,45	2308

Ensaio	AC	Velocidade
31	3	2239
32	3	2320
33	3	2308

Média=	2289
DesvPad=	44
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	2239
Máximo=	2320

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00297	0,00311	0,52	3650
Ac2	0,00297	0,00317	0,58	2901
Ac3	0,00297	0,00316	0,67	3450

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3347
17	3	3467
18	3	3450

Média=	3421
DesvPad=	65
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	3347
Máximo=	3467

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 34

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00328	0,00342	0,212	1504
Ac2	0,00328	0,00335	0,15	2273
Ac3	0,00328	0,00341	0,212	1711

Ensaio	AC	Velocidade
34	1	1504
35	1	1697
36	1	1657

Média=	1620
DesvPad=	102
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	1504
Máximo=	1697

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00328	0,00342	0,54	3852
Ac2	0,00328	0,00335	0,52	7909
Ac3	0,00328	0,00341	0,54	4380

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	3852
17	1	4345
18	1	4243

Média=	4147
DesvPad=	260
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	3852
Máximo=	4345

ENSAIO 35

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00343	0,212	1697
Ac2	0,00330	0,00337	0,15	2419
Ac3	0,00330	0,00343	0,212	1739

Ensaio	AC	Velocidade
34	2	2273
35	2	2419
36	2	2381

Média=	2358
DesvPad=	76
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	2273
Máximo=	2419

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00343	0,54	4345
Ac2	0,00330	0,00337	0,52	8420
Ac3	0,00330	0,00343	0,54	4452

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	7909
17	2	8420
18	2	8286

Média=	8205
DesvPad=	265
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	7909
Máximo=	8420

ENSAIO 36

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00328	0,00341	0,212	1657
Ac2	0,00328	0,00334	0,15	2381
Ac3	0,00328	0,00339	0,212	2001

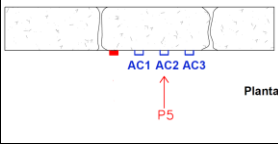



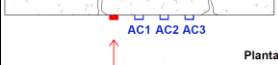


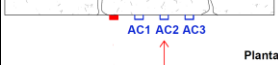

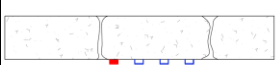
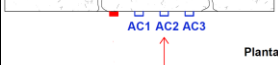
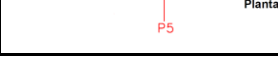
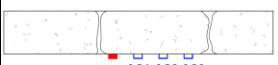
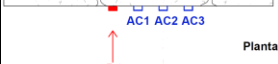

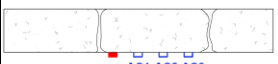
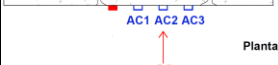

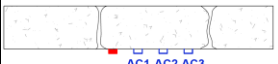

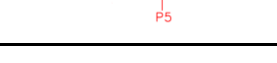
Ensaio	AC	Velocidade
34	3	1711
35	3	1739
36	3	2001

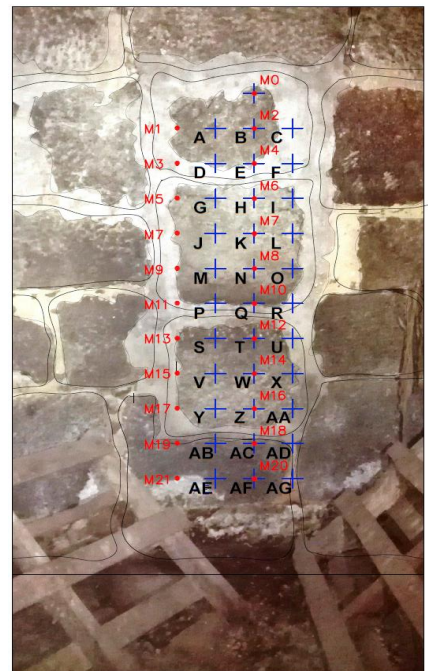
Média=	1817
DesvPad=	160
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	1711
Máximo=	2001

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00328	0,00341	0,54	4243
Ac2	0,00328	0,00334	0,52	8286
Ac3	0,00328	0,00339	0,54	5124

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	4380
17	3	4452
18	3	5124

Média=	4652
DesvPad=	410
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	4380
Máximo=	5124

SOLAR DE LAMAS												
ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÔMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS		
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	SENTIDO								
ENSAIO 1	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	1,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	1,20			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	1,21			
ENSAIO 2	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	1,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	1,20			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	1,21			
ENSAIO 3	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	Y	FRONTAL	1,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	Z	FRONTAL	1,20			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AA	FRONTAL	1,21			
ENSAIO 4	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,15	 Planta		
	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,30			
	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,45			
ENSAIO 5	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,15	 Planta		
	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,30			
	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,45			
ENSAIO 6	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,15	 Planta		
	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,30			
	INDIRETO	P4	M19	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,45			
ENSAIO 7	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,15			
	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,21			
ENSAIO 8	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,15			
	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,21			
ENSAIO 9	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	0,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	0,15			
	INDIRETO	P5	M18	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	0,21			
ENSAIO 10	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	1,36	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	1,35			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	1,36			
ENSAIO 11	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	1,36	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	1,35			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	1,36			
ENSAIO 12	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	AB	FRONTAL	1,36	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	AC	FRONTAL	1,35			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AD	FRONTAL	1,36			
ENSAIO 13	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,15	 Planta		
	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,30			
	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,45			
ENSAIO 14	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,15	 Planta		
	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,30			
	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,45			
ENSAIO 15	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,15	 Planta		
	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,30			
	INDIRETO	P4	M21	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,45			
ENSAIO 16	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,15			
	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,21			
ENSAIO 17	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,15			
	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,21			
ENSAIO 18	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	0,21	 Planta		
	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	0,15			
	INDIRETO	P5	M20	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	0,21			
ENSAIO 19	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	1,51	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	1,50			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	1,51			
ENSAIO 20	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	1,51	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	1,50			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	1,51			
ENSAIO 21	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC1	AE	FRONTAL	1,51	 Planta		
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC2	AF	FRONTAL	1,50			
	INDIRETO	P5	M2	PF	●	AC3	AG	FRONTAL	1,51			

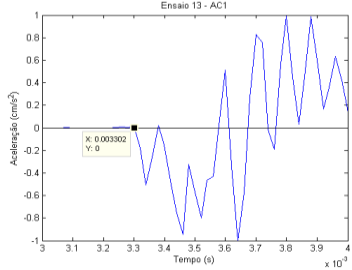
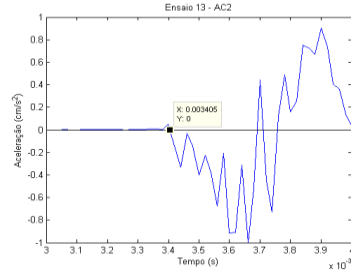
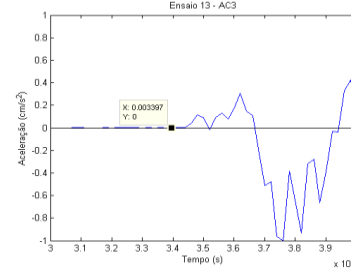
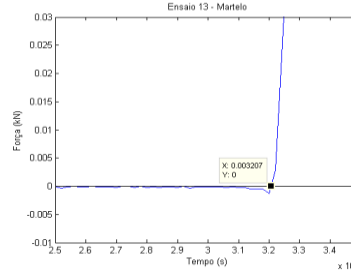
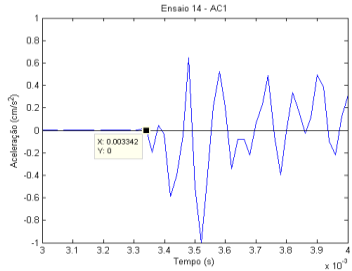
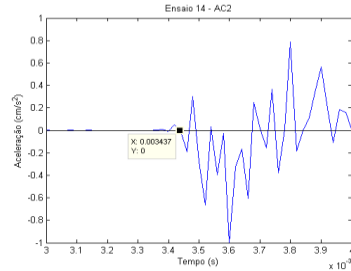
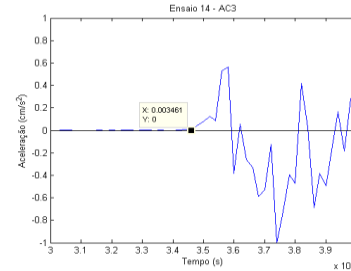
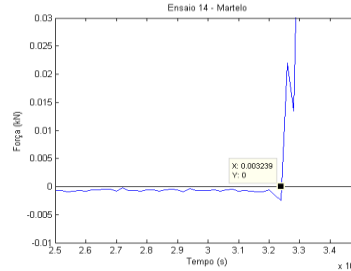
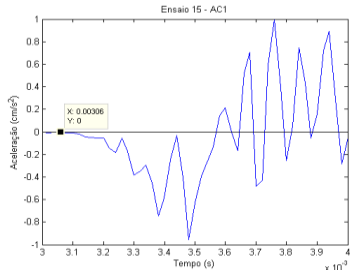
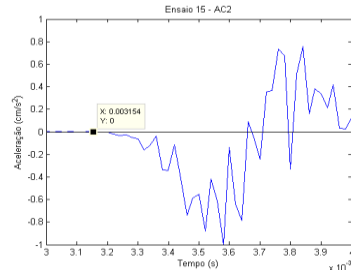
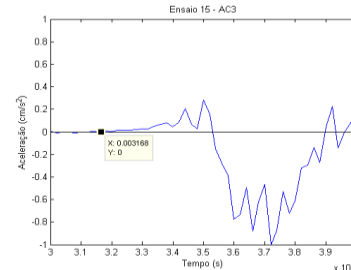
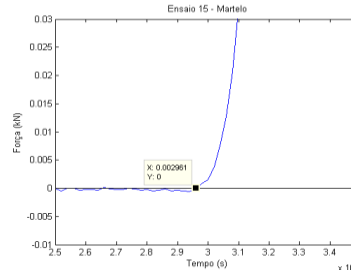


	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: Y Posição do AC2: Z Posição do AC3: AA</p> <p>AC1: posição frontal AC2: posição frontal AC3: posição frontal</p> <p>Distância: 1,21 Distância: 1,20 Distância: 1,21</p> <p>Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 01				
Ensaio 02				
Ensaio 03				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: AB AC1: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M19</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: AC AC2: posição frontal Distância: 0,30 Posição do Martelo: M19</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: AD AC3: posição frontal Distância: 0,45 Posição do Martelo: M19</p>			
Ensaio 04				
Ensaio 05				
Ensaio 06				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: AB AC1: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M18</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: AC AC2: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M18</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: AD AC3: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M18</p>			
Ensaio 07				
Ensaio 08				
Ensaio 09				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: AB AC1: posição frontal Distância: 1,36 Posição do Martelo: M2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: AC AC2: posição frontal Distância: 1,35 Posição do Martelo: M2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: AD AC3: posição frontal Distância: 1,36 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: AC1: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M21</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: AC2: posição frontal Distância: 0,30 Posição do Martelo: M21</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: AC3: posição frontal Distância: 0,45 Posição do Martelo: M21</p>			
Ensaio 13				
Ensaio 14				
Ensaio 15				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: AC1: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M20</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: AC2: posição frontal Distância: 0,15 Posição do Martelo: M20</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: AC3: posição frontal Distância: 0,21 Posição do Martelo: M20</p>			
Ensaio 16				
Ensaio 17				
Ensaio 18				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: AC1: posição frontal Distância: 1,51 Posição do Martelo: M2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: AC2: posição frontal Distância: 1,50 Posição do Martelo: M2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: AC3: posição frontal Distância: 1,51 Posição do Martelo: M2</p>			
Ensaio 19				
Ensaio 20				
Ensaio 21				

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00449	1,21	858
Ac2	0,00308	0,00444	1,20	884
Ac3	0,00308	0,00414	1,21	1144

Ensaio	AC	Velocidade
1	1	858
2	1	712
3	1	1068

Média=	879
DesvPad=	179
Coef.Var.=	0,20
Mínimo=	712
Máximo=	1068

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00308	0,00449	1,31	929
Ac2	0,00308	0,00444	1,30	958
Ac3	0,00308	0,00414	1,31	1238

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	929
17	1	770
18	1	1156

Média=	952
DesvPad=	194
Coef.Var.=	0,20
Mínimo=	770
Máximo=	1156

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00279	0,00449	1,21	712
Ac2	0,00279	0,00437	1,20	756
Ac3	0,00279	0,00436	1,21	767

Ensaio	AC	Velocidade
1	2	884
2	2	756
3	2	849

Média=	830
DesvPad=	66
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	756
Máximo=	884

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00279	0,00449	1,31	770
Ac2	0,00279	0,00437	1,30	819
Ac3	0,00279	0,00436	1,31	830

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	958
17	2	819
18	2	919

Média=	899
DesvPad=	72
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	819
Máximo=	958

ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003100	0,004232	1,21	1068
Ac2	0,003100	0,004514	1,20	849
Ac3	0,003100	0,004323	1,21	989

Ensaio	AC	Velocidade
1	3	1144
2	3	767
3	3	989

Média=	967
DesvPad=	189
Coef.Var.=	0,20
Mínimo=	767
Máximo=	1144

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00423	1,31	1156
Ac2	0,00310	0,00451	1,30	919
Ac3	0,00310	0,00432	1,31	1070

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1238
17	3	830
18	3	1070

Média=	1046
DesvPad=	205
Coef.Var.=	0,20
Mínimo=	830
Máximo=	1238

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00274	0,00287	0,15	1154
Ac2	0,00274	0,00302	0,30	1064
Ac3	0,00274	0,00307	0,45	1364

Ensaio	AC	Velocidade
4	1	1154
5	1	1429
6	1	1304

Média=	1296
DesvPad=	138
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	1154
Máximo=	1429

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00274	0,00287	0,52	4016
Ac2	0,00274	0,00302	0,58	2068
Ac3	0,00274	0,00307	0,67	2038

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	4016
17	1	4972
18	1	4539

Média=	4509
DesvPad=	479
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	4016
Máximo=	4972

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00246	0,00257	0,15	1429
Ac2	0,00246	0,00272	0,30	1163
Ac3	0,00246	0,00287	0,45	1100

Ensaio	AC	Velocidade
4	2	1064
5	2	1163
6	2	1124

Média=	1117
DesvPad=	50
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1064
Máximo=	1163

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00246	0,00257	0,52	4972
Ac2	0,00246	0,00272	0,58	2260
Ac3	0,00246	0,00287	0,67	1645

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2068
17	2	2260
18	2	2184

Média=	2171
DesvPad=	97
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	2068
Máximo=	2260

ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003110	0,003225	0,15	1304
Ac2	0,003110	0,003377	0,30	1124
Ac3	0,003110	0,003447	0,45	1335

Ensaio	AC	Velocidade
4	3	1364
5	3	1100
6	3	1335

Média=	1266
DesvPad=	145
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	1100
Máximo=	1364

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00311	0,00323	0,52	4539
Ac2	0,00311	0,00338	0,58	2184
Ac3	0,00311	0,00345	0,67	1996

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2038
17	3	1645
18	3	1996

Média=	1893
DesvPad=	216
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	1645
Máximo=	2038

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00284	0,00326	0,21	509
Ac2	0,00284	0,00325	0,15	365
Ac3	0,00284	0,00327	0,21	498

Ensaio	AC	Velocidade
7	1	509
8	1	810
9	1	719

Média=	679
DesvPad=	154
Coef.Var.=	0,23
Mínimo=	509
Máximo=	810

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00284	0,00326	0,54	1302
Ac2	0,00284	0,00325	0,52	1270
Ac3	0,00284	0,00327	0,54	1275

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1302
17	1	2073
18	1	1841

Média=	1739
DesvPad=	395
Coef.Var.=	0,23
Mínimo=	1302
Máximo=	2073

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00336	0,21	810
Ac2	0,00310	0,00336	0,15	579
Ac3	0,00310	0,00337	0,21	777

Ensaio	AC	Velocidade
7	2	365
8	2	579
9	2	412

Média=	452
DesvPad=	113
Coef.Var.=	0,25
Mínimo=	365
Máximo=	579

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00310	0,00336	0,54	2073
Ac2	0,00310	0,00336	0,52	2016
Ac3	0,00310	0,00337	0,54	1990

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1270
17	2	2016
18	2	1434

Média=	1573
DesvPad=	392
Coef.Var.=	0,25
Mínimo=	1270
Máximo=	2016

ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,002947	0,003242	0,21	719
Ac2	0,002947	0,003311	0,15	412
Ac3	0,002947	0,003242	0,21	719

Ensaio	AC	Velocidade
7	3	498
8	3	777
9	3	719

Média=	665
DesvPad=	147
Coef.Var.=	0,22
Mínimo=	498
Máximo=	777

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00295	0,00324	0,54	1841
Ac2	0,00295	0,00331	0,52	1434
Ac3	0,00295	0,00324	0,54	1841

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1275
17	3	1990
18	3	1841

Média=	1702
DesvPad=	377
Coef.Var.=	0,22
Mínimo=	1275
Máximo=	1990

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00309	0,00435	1,36	1075
Ac2	0,00309	0,00432	1,35	1092
Ac3	0,00309	0,00445	1,36	993

Ensaio	AC	Velocidade
10	1	1075
11	1	1149
12	1	1036

Média=	1087
DesvPad=	57
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	1036
Máximo=	1149

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00309	0,00435	1,45	1145
Ac2	0,00309	0,00432	1,44	1165
Ac3	0,00309	0,00445	1,45	1058

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	1145
17	1	1225
18	1	1104

Média=	1158
DesvPad=	61
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	1104
Máximo=	1225

ENSAIO 11

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00314	0,00432	1,36	1149
Ac2	0,00314	0,00436	1,35	1107
Ac3	0,00314	0,00440	1,36	1078

Ensaio	AC	Velocidade
10	2	1092
11	2	1107
12	2	1090

Média=	1096
DesvPad=	9
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1090
Máximo=	1107

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00314	0,00432	1,45	1225
Ac2	0,00314	0,00436	1,44	1180
Ac3	0,00314	0,00440	1,45	1149

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1165
17	2	1180
18	2	1162

Média=	1169
DesvPad=	10
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1162
Máximo=	1180

ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,002960	0,004271	1,36	1036
Ac2	0,002960	0,004199	1,35	1090
Ac3	0,002960	0,004317	1,36	1001

Ensaio	AC	Velocidade
10	3	993
11	3	1078
12	3	1001

Média=	1024
DesvPad=	47
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	993
Máximo=	1078

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00296	0,00427	1,45	1104
Ac2	0,00296	0,00420	1,44	1162
Ac3	0,00296	0,00432	1,45	1067

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	1058
17	3	1149
18	3	1067

Média=	1091
DesvPad=	50
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	1058
Máximo=	1149

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 13

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00321	0,00330	0,15	1579
Ac2	0,00321	0,00341	0,30	1515
Ac3	0,00321	0,00340	0,45	2368

Ensaio	AC	Velocidade
13	1	1579
14	1	1456
15	1	1515

Média=	1517
DesvPad=	61
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1456
Máximo=	1579

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00321	0,00330	0,52	5495
Ac2	0,00321	0,00341	0,58	2945
Ac3	0,00321	0,00340	0,67	3540

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	5495
17	1	5068
18	1	5273

Média=	5279
DesvPad=	213
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	5068
Máximo=	5495

ENSAIO 14

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00334	0,15	1456
Ac2	0,00324	0,00344	0,30	1515
Ac3	0,00324	0,00346	0,45	2027

Ensaio	AC	Velocidade
13	2	1515
14	2	1515
15	2	1554

Média=	1528
DesvPad=	23
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1515
Máximo=	1554

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00334	0,52	5068
Ac2	0,00324	0,00344	0,58	2945
Ac3	0,00324	0,00346	0,67	3030

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	2945
17	2	2945
18	2	3021

Média=	2970
DesvPad=	44
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	2945
Máximo=	3021

ENSAIO 15

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,002961	0,003060	0,15	1515
Ac2	0,002961	0,003154	0,30	1554
Ac3	0,002961	0,003168	0,45	2174

Ensaio	AC	Velocidade
13	3	2368
14	3	2027
15	3	2174

Média=	2190
DesvPad=	171
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	2027
Máximo=	2368

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00296	0,00306	0,52	5273
Ac2	0,00296	0,00315	0,58	3021
Ac3	0,00296	0,00317	0,67	3250

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	3540
17	3	3030
18	3	3250

Média=	3273
DesvPad=	256
Coef.Var.=	0,08
Mínimo=	3030
Máximo=	3540

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 16

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00262	0,00288	0,21	822
Ac2	0,00262	0,00294	0,15	466
Ac3	0,00262	0,00289	0,21	792

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	822
17	1	504
18	1	550

Média=	625
DesvPad=	172
Coef.Var.=	0,28
Mínimo=	504
Máximo=	822

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00262	0,00288	0,54	2105
Ac2	0,00262	0,00294	0,52	1621
Ac3	0,00262	0,00289	0,54	2027

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	2105
17	1	1290
18	1	1407

Média=	1601
DesvPad=	441
Coef.Var.=	0,28
Mínimo=	1290
Máximo=	2105

ENSAIO 17

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00226	0,00268	0,21	504
Ac2	0,00226	0,00269	0,15	346
Ac3	0,00226	0,00259	0,21	637

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	466
17	2	346
18	2	352

Média=	388
DesvPad=	67
Coef.Var.=	0,17
Mínimo=	346
Máximo=	466

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00226	0,00268	0,54	1290
Ac2	0,00226	0,00269	0,52	1206
Ac3	0,00226	0,00259	0,54	1631

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	1621
17	2	1206
18	2	1225

Média=	1351
DesvPad=	234
Coef.Var.=	0,17
Mínimo=	1206
Máximo=	1621

ENSAIO 18

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,002620	0,003006	0,21	550
Ac2	0,002620	0,003046	0,15	352
Ac3	0,002620	0,003024	0,21	525

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	792
17	3	637
18	3	525

Média=	651
DesvPad=	134
Coef.Var.=	0,21
Mínimo=	525
Máximo=	792

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00262	0,00301	0,54	1407
Ac2	0,00262	0,00305	0,52	1225
Ac3	0,00262	0,00302	0,54	1344

Ensaio	AC	Velocidade
16	3	2027
17	3	1631
18	3	1344

Média=	1667
DesvPad=	343
Coef.Var.=	0,21
Mínimo=	1344
Máximo=	2027

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 19

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00513	1,51	772
Ac2	0,00318	0,00480	1,50	925
Ac3	0,00318	0,00481	1,51	926

Ensaio	AC	Velocidade
19	1	772
20	1	1019
21	1	1039

Média=	943
DesvPad=	149
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	772
Máximo=	1039

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00318	0,00513	1,59	813
Ac2	0,00318	0,00480	1,58	975
Ac3	0,00318	0,00481	1,59	976

Ensaio	AC	Velocidade
16	1	813
17	1	1073
18	1	1095

Média=	994
DesvPad=	157
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	813
Máximo=	1095

ENSAIO 20

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00316	0,00464	1,51	1019
Ac2	0,00316	0,00477	1,50	933
Ac3	0,00316	0,00472	1,51	964

Ensaio	AC	Velocidade
19	2	925
20	2	933
21	2	1023

Média=	960
DesvPad=	54
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	925
Máximo=	1023

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00316	0,00464	1,59	1073
Ac2	0,00316	0,00477	1,58	984
Ac3	0,00316	0,00472	1,59	1016

Ensaio	AC	Velocidade
16	2	975
17	2	984
18	2	1079

Média=	1012
DesvPad=	57
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	975
Máximo=	1079

ENSAIO 21

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,003201	0,004652	1,51	1039
Ac2	0,003201	0,004667	1,50	1023
Ac3	0,003201	0,004684	1,51	1017

Ensaio	AC	Velocidade
19	3	926
20	3	964
21	3	1017

Média=	969
DesvPad=	45
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	926
Máximo=	1017

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00320	0,00465	1,59	1095
Ac2	0,00320	0,00467	1,58	1079
Ac3	0,00320	0,00468	1,59	1071

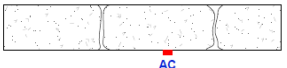
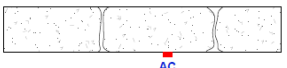
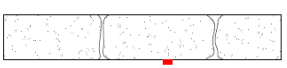
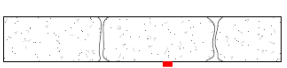
Ensaio	AC	Velocidade
16	3	976
17	3	1016
18	3	1071

Média=	1021
DesvPad=	48
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	976
Máximo=	1071

ANEXO VII

ENSAIOS SÓNICOS NO SOLAR DE LAMAS

ENSAIOS COM CHAPA

SOLAR DE LAMAS CHAPA R										
ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÓMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS
		DESIGNAÇÃO	LOCAL	SENTIDO						
ENSAIO 1	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	E	LATERAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	H	LATERAL	0,30	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	K	LATERAL	0,45	
ENSAIO 2	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	E	LATERAL	0,15	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	H	LATERAL	0,30	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	K	LATERAL	0,45	
ENSAIO 3	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	E	LATERAL	0,15	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	H	LATERAL	0,30	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	K	LATERAL	0,45	
ENSAIO 4	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	E	LATERAL	0,15	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	H	LATERAL	0,30	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	K	LATERAL	0,45	
ENSAIO 5	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	E	LATERAL	0,15	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	H	LATERAL	0,30	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	K	LATERAL	0,45	
ENSAIO 6	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	E	LATERAL	0,15	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	H	LATERAL	0,30	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	K	LATERAL	0,45	
ENSAIO 7	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	N	LATERAL	0,60	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	Q	LATERAL	0,75	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	T	LATERAL	0,90	
ENSAIO 8	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	N	LATERAL	0,60	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	Q	LATERAL	0,75	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	T	LATERAL	0,90	
ENSAIO 9	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	N	LATERAL	0,60	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	Q	LATERAL	0,75	
	INDIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	T	LATERAL	0,90	
ENSAIO 10	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	N	LATERAL	0,60	 <p>Planta</p>
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	Q	LATERAL	0,75	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	T	LATERAL	0,90	
ENSAIO 11	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	N	LATERAL	0,60	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	Q	LATERAL	0,75	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	T	LATERAL	0,90	
ENSAIO 12	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	N	LATERAL	0,60	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	Q	LATERAL	0,75	
	INDIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	T	LATERAL	0,90	



	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto Ensaio Indireto Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: E Posição do AC2: H Posição do AC3: K</p> <p>AC1: posição lateral AC2: posição lateral AC3: posição lateral</p> <p>Distância: 0,15 Distância: 0,30 Distância: 0,45</p> <p>Posição do Martelo: P1 Posição do Martelo: P1 Posição do Martelo: P1</p>			
Ensaio 01				
Ensaio 02				
Ensaio 03				

SOLAR DE LAMAS CHAPA R

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: E AC1: posição lateral Distância: 0,15 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição lateral Distância: 0,30 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: K AC3: posição lateral Distância: 0,45 Posição do Martelo: P2</p>			
Ensaio 04				
Ensaio 05				
Ensaio 06				

SOLAR DE LAMAS CHAPA R

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: N AC1: posição lateral Distância: 0,60 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: Q AC2: posição lateral Distância: 0,75 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: T AC3: posição lateral Distância: 0,90 Posição do Martelo: P1</p>			
Ensaio 07				
Ensaio 08				
Ensaio 09				

SOLAR DE LAMAS CHAPA R

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC1: N AC1: posição lateral Distância: 0,60 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC2: Q AC2: posição lateral Distância: 0,75 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Indireto</p> <p>Posição do AC3: T AC3: posição lateral Distância: 0,90 Posição do Martelo: P2</p>			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00324	0,00347	0,15	664
Ac2	0,00324	0,00366	0,30	716
Ac3	0,00324	0,00383	0,45	761

Ensaio	AC	Velocidade
1	1	664
2	1	932
3	1	852

Média=	816
DesvPad=	138
Coef.Var.=	0,17
Mínimo=	664
Máximo=	932

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00348	0,15	932
Ac2	0,00332	0,00366	0,30	882
Ac3	0,00332	0,00385	0,45	856

Ensaio	AC	Velocidade
1	2	716
2	2	882
3	2	767

Média=	789
DesvPad=	85
Coef.Var.=	0,11
Mínimo=	716
Máximo=	882

ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00327	0,00344	0,15	852
Ac2	0,00327	0,00366	0,30	767
Ac3	0,00327	0,00380	0,45	840

Ensaio	AC	Velocidade
1	3	761
2	3	856
3	3	840

Média=	819
DesvPad=	50
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	761
Máximo=	856

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00338	0,00350	0,15	1230
Ac2	0,00338	0,00359	0,30	1408
Ac3	0,00338	0,00375	0,45	1233

Ensaio	AC	Velocidade
4	1	1230
5	1	1210
6	1	1210

Média=	1216
DesvPad=	11
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1210
Máximo=	1230

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00340	0,00352	0,15	1210
Ac2	0,00340	0,00368	0,30	1071
Ac3	0,00340	0,00377	0,45	1210

Ensaio	AC	Velocidade
4	2	1408
5	2	1071
6	2	1079

Média=	1186
DesvPad=	192
Coef.Var.=	0,16
Mínimo=	1071
Máximo=	1408

ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00336	0,00349	0,15	1210
Ac2	0,00336	0,00364	0,30	1079
Ac3	0,00336	0,00376	0,45	1131

Ensaio	AC	Velocidade
4	3	1233
5	3	1210
6	3	1131

Média=	1191
DesvPad=	54
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	1131
Máximo=	1233

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00396	0,60	939
Ac2	0,00332	0,00414	0,75	921
Ac3	0,00332	0,00445	0,90	798

Ensaio	AC	Velocidade
7	1	939
8	1	1000
9	1	896

Média=	945
DesvPad=	52
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	896
Máximo=	1000

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00336	0,00396	0,60	1000
Ac2	0,00336	0,00418	0,75	915
Ac3	0,00336	0,00454	0,90	763

Ensaio	AC	Velocidade
7	2	921
8	2	915
9	2	900

Média=	912
DesvPad=	11
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	900
Máximo=	921

ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00331	0,00398	0,60	896
Ac2	0,00331	0,00414	0,75	900
Ac3	0,00331	0,00450	0,90	756

Ensaio	AC	Velocidade
7	3	798
8	3	763
9	3	756

Média=	773
DesvPad=	22
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	756
Máximo=	798

SOLAR DE LAMAS

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00375	0,60	1425
Ac2	0,00332	0,00412	0,75	939
Ac3	0,00332	0,00441	0,90	829

Ensaio	AC	Velocidade
10	1	1425
11	1	1313
12	1	1511

Média=	1416
DesvPad=	99
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1313
Máximo=	1511

ENSAIO 11

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00332	0,00378	0,60	1313
Ac2	0,00332	0,00401	0,75	1089
Ac3	0,00332	0,00441	0,90	826

Ensaio	AC	Velocidade
10	2	939
11	2	1089
12	2	1103

Média=	1043
DesvPad=	91
Coef.Var.=	0,09
Mínimo=	939
Máximo=	1103

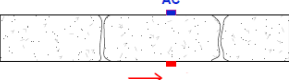

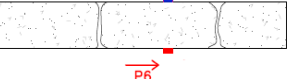
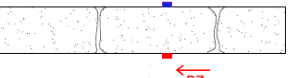
ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerómetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00370	0,60	1511
Ac2	0,00330	0,00398	0,75	1103
Ac3	0,00330	0,00446	0,90	778

Ensaio	AC	Velocidade
10	3	829
11	3	826
12	3	778

Média=	811
DesvPad=	29
Coef.Var.=	0,04
Mínimo=	778
Máximo=	829

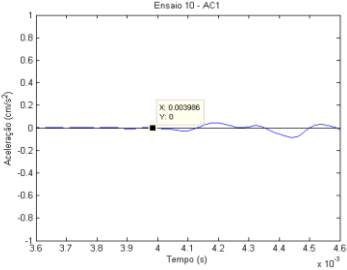
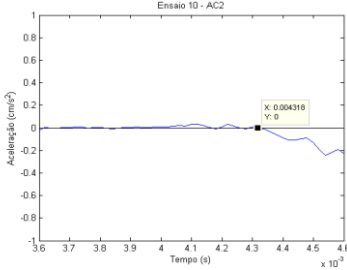
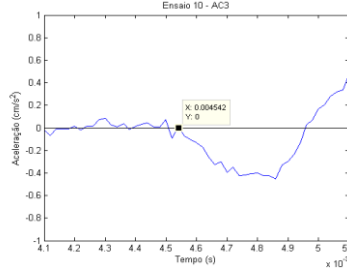
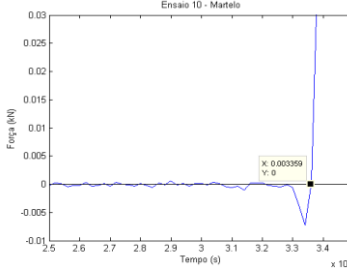
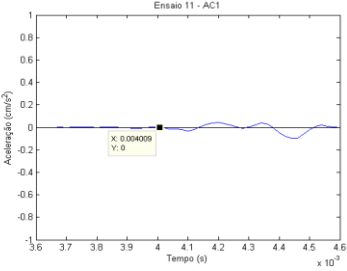
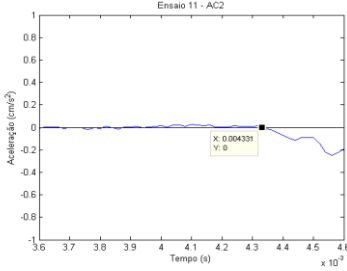
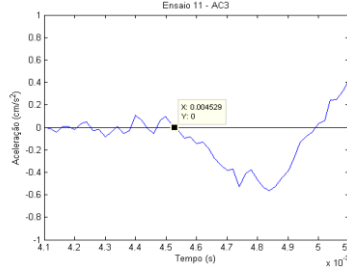
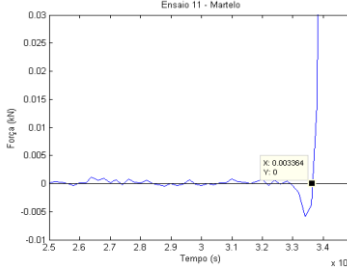
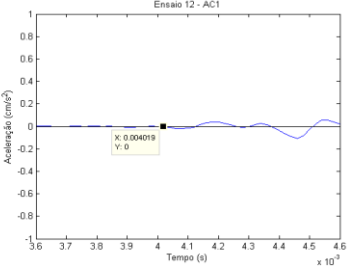
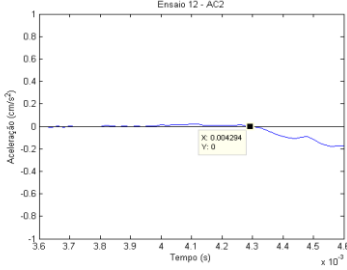
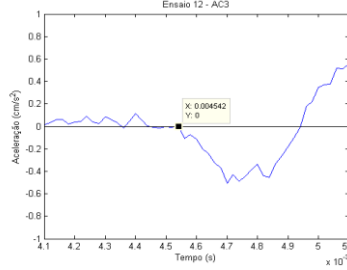
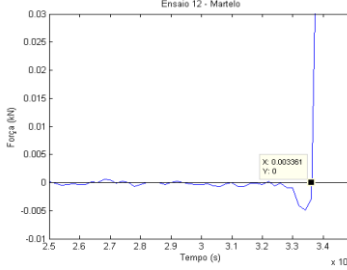
SOLAR DE LAMAS CHAPA R1											
ENSAIO	TIPO	PANCADA				ACELERÔMETRO			DISTÂNCIA	DESENHOS	
		DESIGNAÇÃO	LOCAL		SENTIDO						
ENSAIO 1	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	E	LATERAL	0,15	 Planta	
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	H	LATERAL	0,30		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	K	LATERAL	0,45		
ENSAIO 2	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	E	LATERAL	0,15		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	H	LATERAL	0,30		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	K	LATERAL	0,45		
ENSAIO 3	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	E	LATERAL	0,15		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	H	LATERAL	0,30		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	K	LATERAL	0,45		
ENSAIO 4	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	E	LATERAL	0,15	 Planta	
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	H	LATERAL	0,30		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	K	LATERAL	0,45		
ENSAIO 5	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	E	LATERAL	0,15		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	H	LATERAL	0,30		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	K	LATERAL	0,45		
ENSAIO 6	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	E	LATERAL	0,15		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	H	LATERAL	0,30		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	K	LATERAL	0,45		
ENSAIO 7	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	N	LATERAL	0,60	 Planta	
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	Q	LATERAL	0,75		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	T	LATERAL	0,90		
ENSAIO 8	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	N	LATERAL	0,60		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	Q	LATERAL	0,75		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	T	LATERAL	0,90		
ENSAIO 9	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC1	N	LATERAL	0,60		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC2	Q	LATERAL	0,75		
	DIRETO	P6	M2	PED	→	AC3	T	LATERAL	0,90		
ENSAIO 10	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	N	LATERAL	0,60	 Planta	
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	Q	LATERAL	0,75		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	T	LATERAL	0,90		
ENSAIO 11	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	N	LATERAL	0,60		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	Q	LATERAL	0,75		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	T	LATERAL	0,90		
ENSAIO 12	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC1	N	LATERAL	0,60		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC2	Q	LATERAL	0,75		
	DIRETO	P7	M2	PDE	←	AC3	T	LATERAL	0,90		



	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto Ensaio Direto Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: E Posição do AC2: H Posição do AC3: K</p> <p>AC1: posição lateral AC2: posição lateral AC3: posição lateral</p> <p>Distância: 0,292 Distância: 0,391 Distância: 0,515</p> <p>Posição do Martelo: P1 Posição do Martelo: P1 Posição do Martelo: P1</p>			
Ensaio 01				
Ensaio 02				
Ensaio 03				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: E AC1: posição lateral Distância: 0,292 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: H AC2: posição lateral Distância: 0,391 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: K AC2: posição lateral Distância: 0,515 Posição do Martelo: P2</p>			
Ensaio 04	<p>Ensaio 04 - AC1</p>	<p>Ensaio 04 - AC2</p>	<p>Ensaio 04 - AC3</p>	<p>Ensaio 04 - Martelo</p>
Ensaio 05	<p>Ensaio 05 - AC1</p>	<p>Ensaio 05 - AC2</p>	<p>Ensaio 05 - AC3</p>	<p>Ensaio 05 - Martelo</p>
Ensaio 06	<p>Ensaio 06 - AC1</p>	<p>Ensaio 06 - AC2</p>	<p>Ensaio 06 - AC3</p>	<p>Ensaio 06 - Martelo</p>

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: N AC1: posição lateral Distância: 0,65 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: Q AC2: posição lateral Distância: 0,791 Posição do Martelo: P1</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: T AC2: posição lateral Distância: 0,934 Posição do Martelo: P1</p>			
Ensaio 07				
Ensaio 08				
Ensaio 09				

	AC1	AC2	AC3	Martelo
Configuração dos ensaios	<p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC1: N AC1: posição lateral Distância: 0,65 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC2: Q AC2: posição lateral Distância: 0,791 Posição do Martelo: P2</p> <p>Ensaio Direto</p> <p>Posição do AC3: T AC2: posição lateral Distância: 0,934 Posição do Martelo: P2</p>			
Ensaio 10				
Ensaio 11				
Ensaio 12				

SOLAR DE LAMAS CHAPAS R1

ENSAIO 01

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00298	0,00325	0,292	1088
Ac2	0,00298	0,00332	0,391	1162
Ac3	0,00298	0,00347	0,515	1059

Ensaio	AC	Velocidade
1	1	1088
2	1	1180
3	1	1205

Média=	1158
DesvPad=	62
Coef.Var.=	0,05
Mínimo=	1088
Máximo=	1205

0,000252

ENSAIO 02

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00338	0,00363	0,292	1180
Ac2	0,00338	0,00370	0,391	1224
Ac3	0,00338	0,00387	0,515	1059

Ensaio	AC	Velocidade
1	2	1162
2	2	1224
3	2	1209

Média=	1198
DesvPad=	32
Coef.Var.=	0,03
Mínimo=	1162
Máximo=	1224

ENSAIO 03

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00358	0,292	1205
Ac2	0,00334	0,00367	0,391	1209
Ac3	0,00334	0,00383	0,515	1046

Ensaio	AC	Velocidade
1	3	1059
2	3	1059
3	3	1046

Média=	1055
DesvPad=	7
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1046
Máximo=	1059

SOLAR DE LAMAS CHAPAS R1

ENSAIO 04

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00338	0,00355	0,292	1746
Ac2	0,00338	0,00368	0,391	1293
Ac3	0,00338	0,00391	0,515	981

Ensaio	AC	Velocidade
4	1	1746
5	1	1778
6	1	1756

Média=	1760
DesvPad=	16
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	1746
Máximo=	1778

ENSAIO 05

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00338	0,00354	0,292	1778
Ac2	0,00338	0,00365	0,391	1446
Ac3	0,00338	0,00390	0,515	982

Ensaio	AC	Velocidade
4	2	1293
5	2	1446
6	2	1293

Média=	1344
DesvPad=	88
Coef.Var.=	0,07
Mínimo=	1293
Máximo=	1446

ENSAIO 06

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00334	0,00351	0,292	1756
Ac2	0,00334	0,00364	0,391	1293
Ac3	0,00334	0,00386	0,515	984

Ensaio	AC	Velocidade
4	3	981
5	3	982
6	3	984

Média=	982
DesvPad=	2
Coef.Var.=	0,00
Mínimo=	981
Máximo=	984

SOLAR DE LAMAS CHAPAS R1

ENSAIO 07

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00300	0,00377	0,650	849
Ac2	0,00300	0,00360	0,791	1318
Ac3	0,00300	0,00378	0,934	1198

Ensaio	AC	Velocidade
7	1	849
8	1	862
9	1	680

Média=	797
DesvPad=	101
Coef.Var.=	0,13
Mínimo=	680
Máximo=	862

ENSAIO 08

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00338	0,00413	0,650	862
Ac2	0,00338	0,00394	0,791	1412
Ac3	0,00338	0,00428	0,934	1038

Ensaio	AC	Velocidade
7	2	1318
8	2	1412
9	2	1263

Média=	1331
DesvPad=	75
Coef.Var.=	0,06
Mínimo=	1263
Máximo=	1412

ENSAIO 09

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00330	0,00426	0,650	680
Ac2	0,00330	0,00393	0,791	1263
Ac3	0,00330	0,00429	0,934	950

Ensaio	AC	Velocidade
7	3	1198
8	3	1038
9	3	950

Média=	1062
DesvPad=	125
Coef.Var.=	0,12
Mínimo=	950
Máximo=	1198

SOLAR DE LAMAS CHAPAS R1

ENSAIO 10

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00336	0,00399	0,650	1037
Ac2	0,00336	0,00432	0,791	824
Ac3	0,00336	0,00454	0,934	790

Ensaio	AC	Velocidade
10	1	1037
11	1	1008
12	1	988

Média=	1011
DesvPad=	25
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	988
Máximo=	1037

ENSAIO 11

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00336	0,00401	0,650	1008
Ac2	0,00336	0,00433	0,791	818
Ac3	0,00336	0,00453	0,934	802

Ensaio	AC	Velocidade
10	2	824
11	2	818
12	2	847

Média=	830
DesvPad=	16
Coef.Var.=	0,02
Mínimo=	818
Máximo=	847

ENSAIO 12

3º Critério

Ac	Impacto	Acelerômetro	Dist.	Velocidade
Ac1	0,00336	0,00402	0,650	988
Ac2	0,00336	0,00429	0,791	847
Ac3	0,00336	0,00454	0,934	791

Ensaio	AC	Velocidade
10	3	790
11	3	802
12	3	791

Média=	794
DesvPad=	7
Coef.Var.=	0,01
Mínimo=	790
Máximo=	802

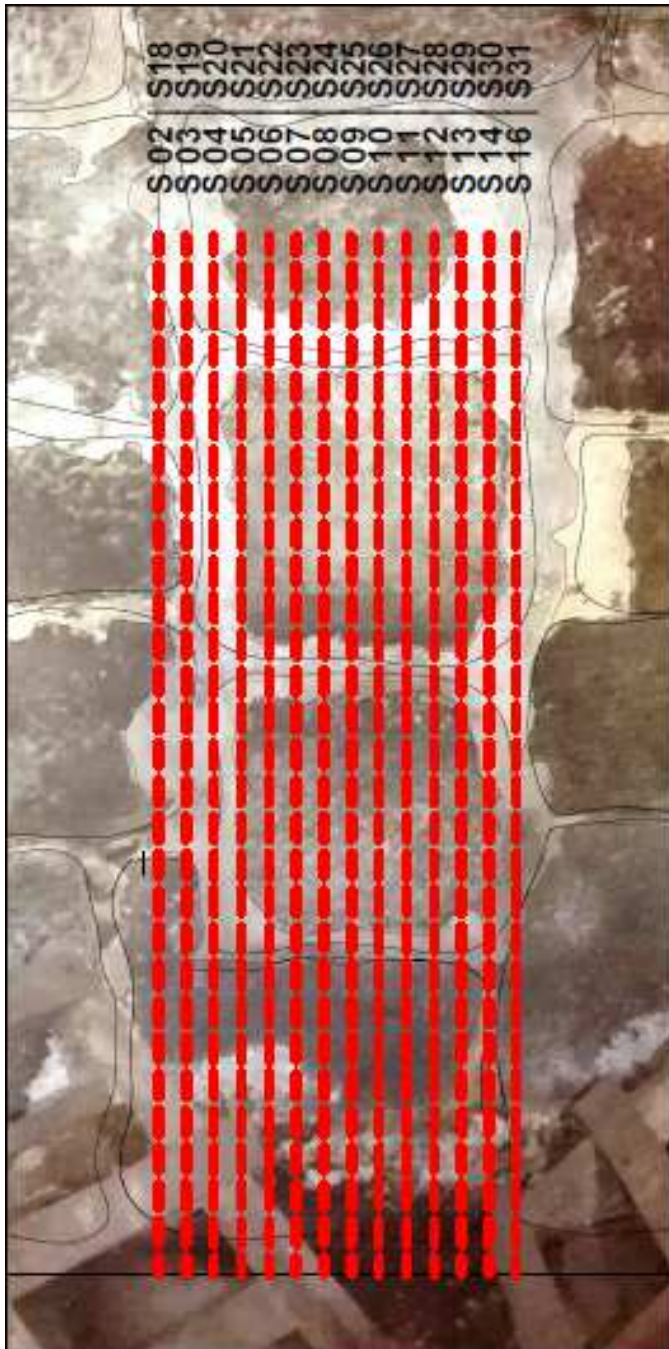
ANEXO VIII

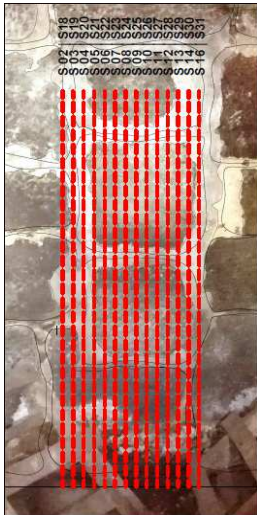
ENSAIOS GEORADAR NO SOLAR DE LAMAS

Série 1 – S02-S16

Série 2 – S18-S31

Afastamento entre Perfis 0,05metros

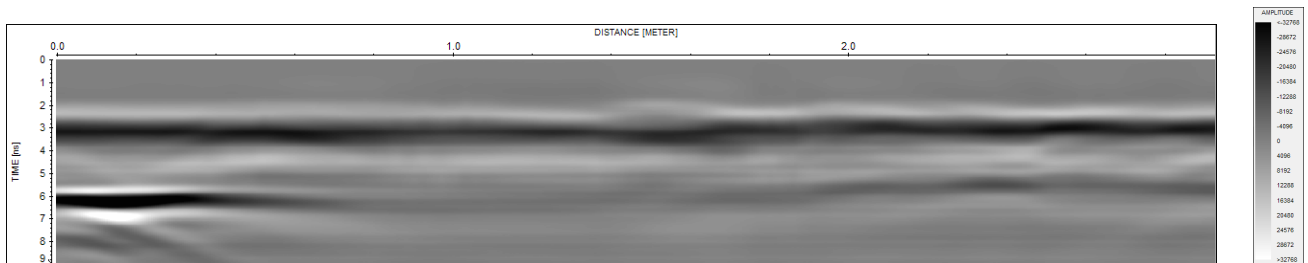




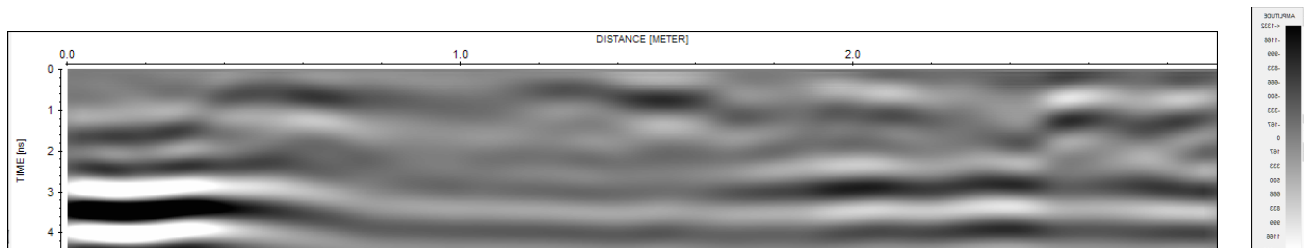
PERFIL S02

Série 1 – S02-S16

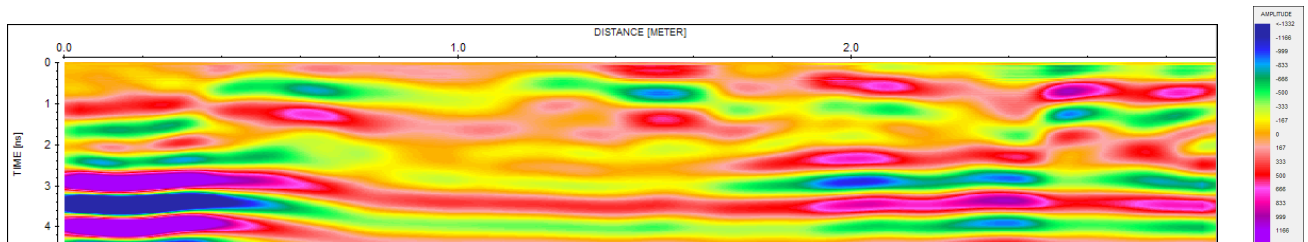
Série 2 – S18-S31



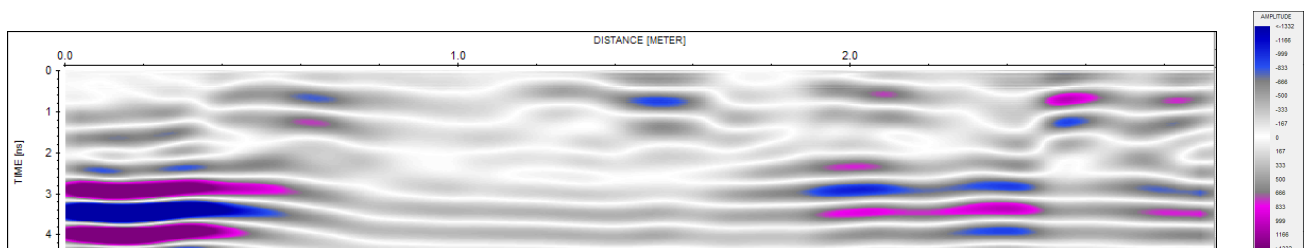
PERFIL - ORIGINAL



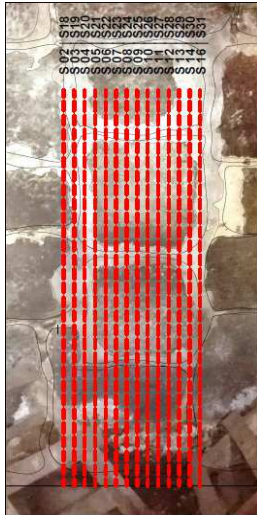
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



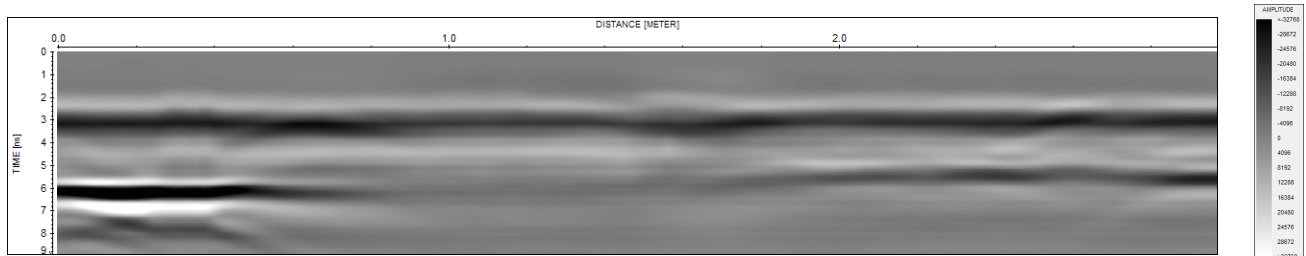
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



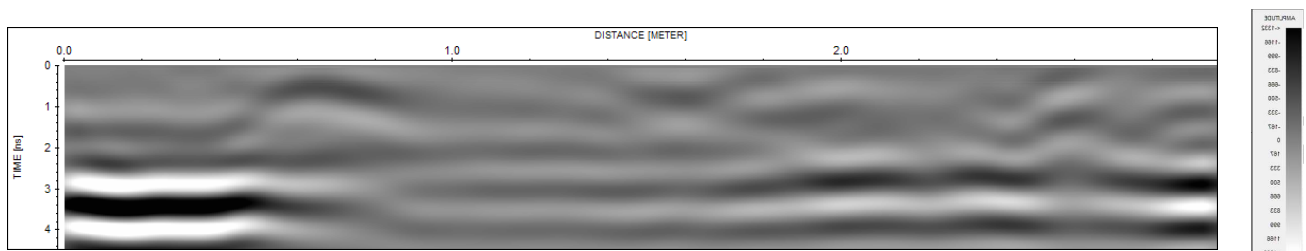
PERFIL S03

Série 1 – S02-S16

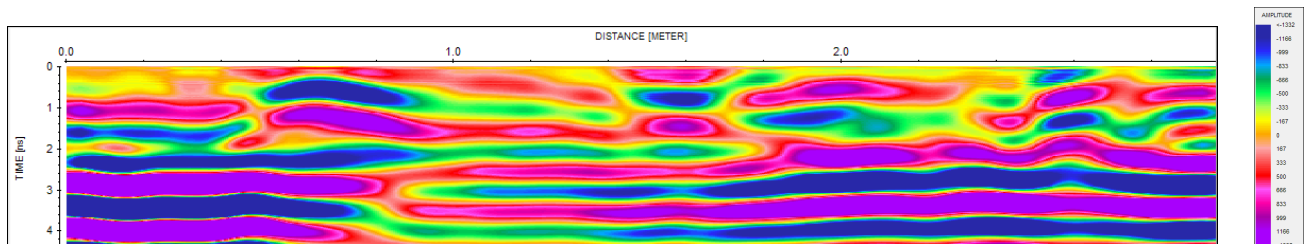
Série 2 – S18-S31



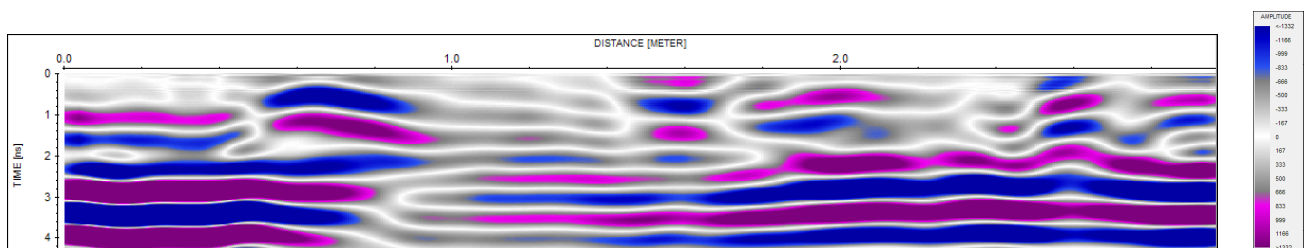
PERFIL - ORIGINAL



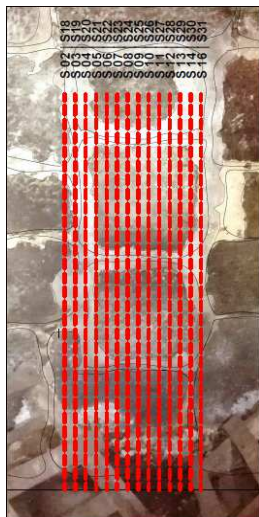
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



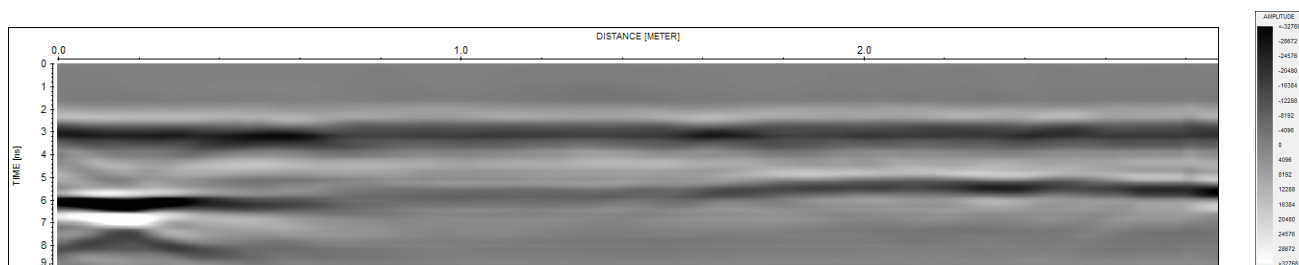
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



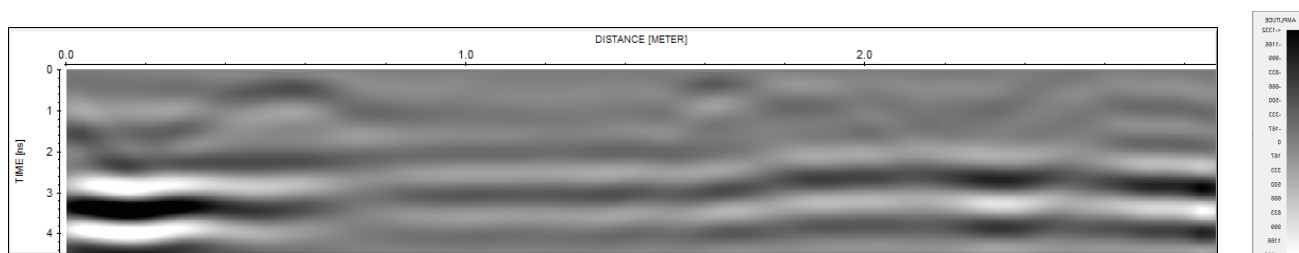
PERFIL S04

Série 1 – S02-S16

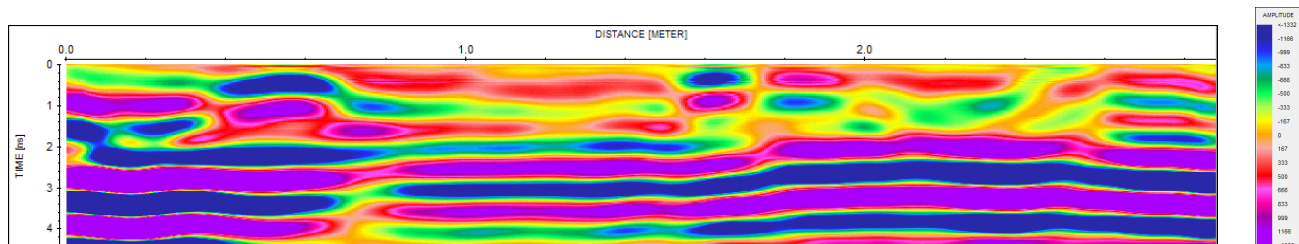
Série 2 – S18-S31



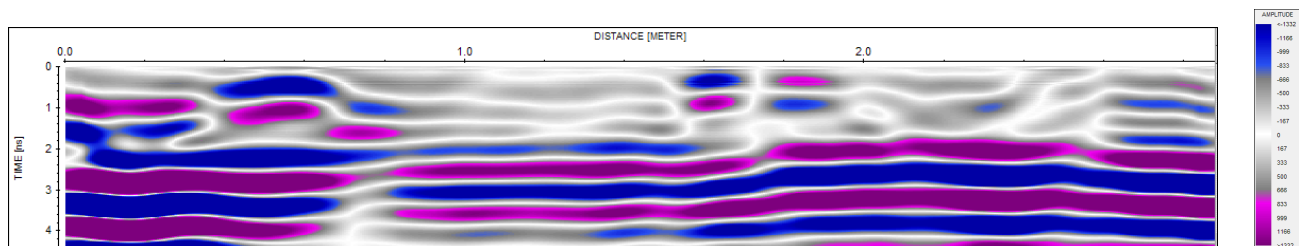
PERFIL - ORIGINAL



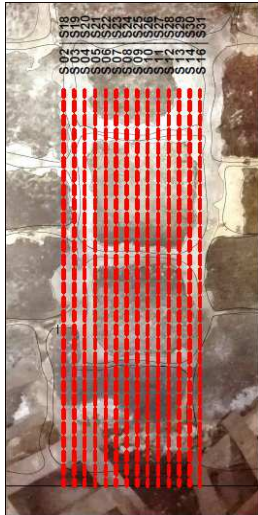
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



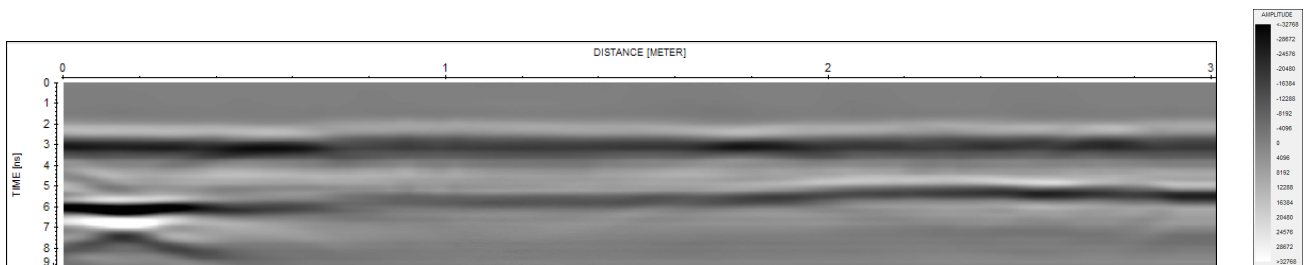
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



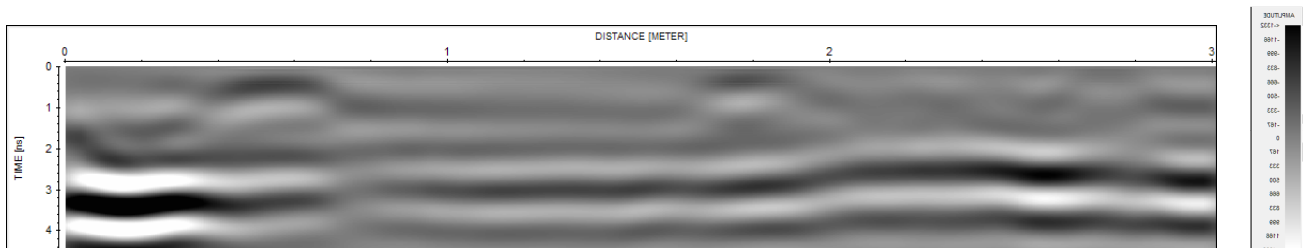
PERFIL S05

Série 1 – S02-S16

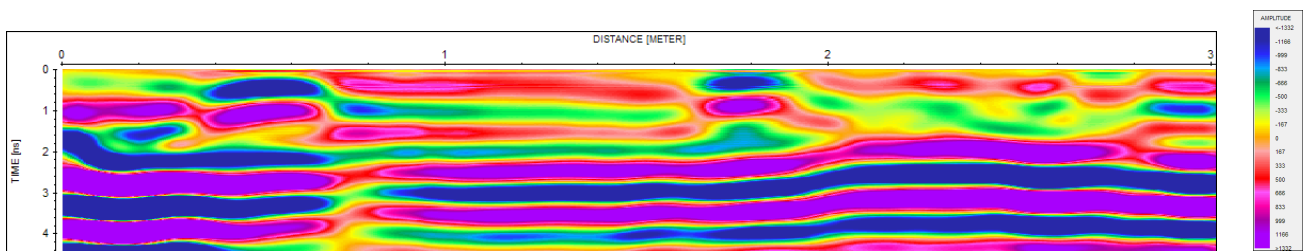
Série 2 – S18-S31



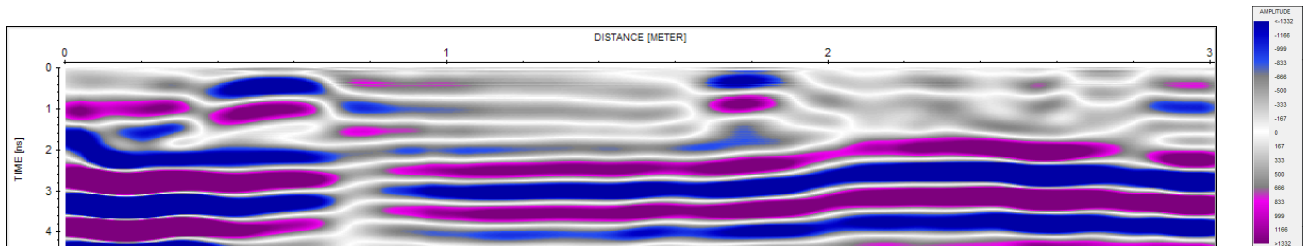
PERFIL - ORIGINAL



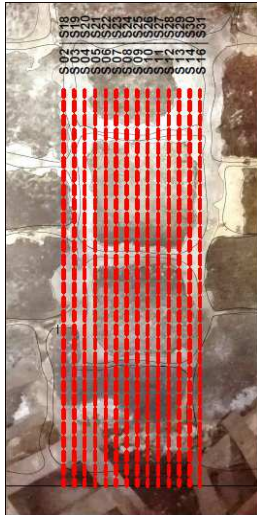
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



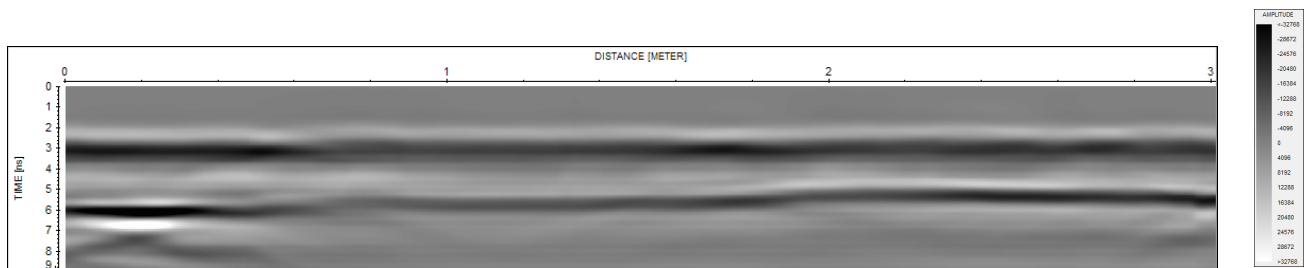
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



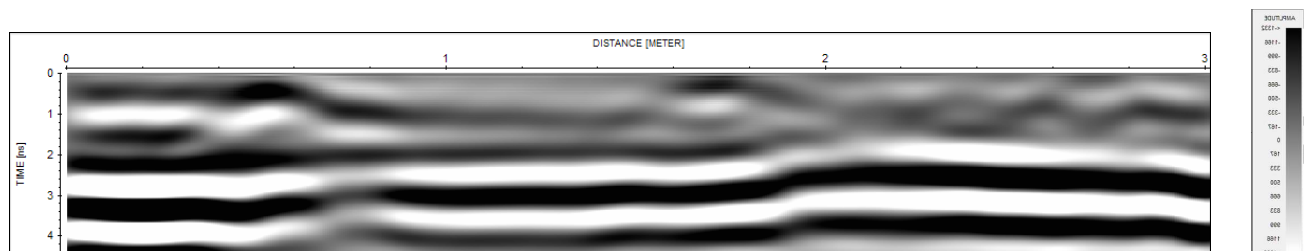
PERFIL S06

Série 1 – S02-S16

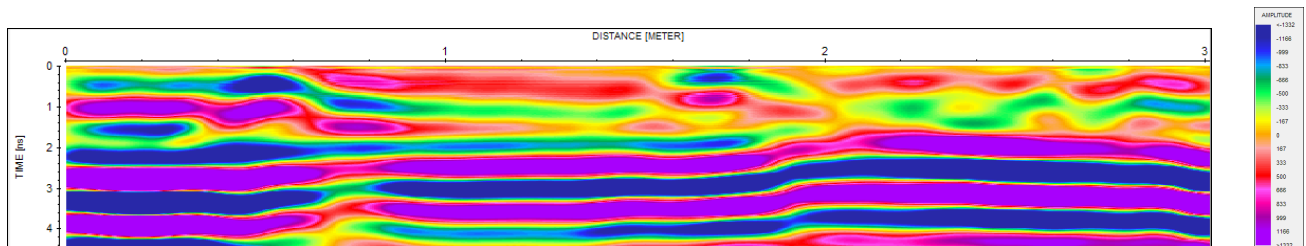
Série 2 – S18-S31



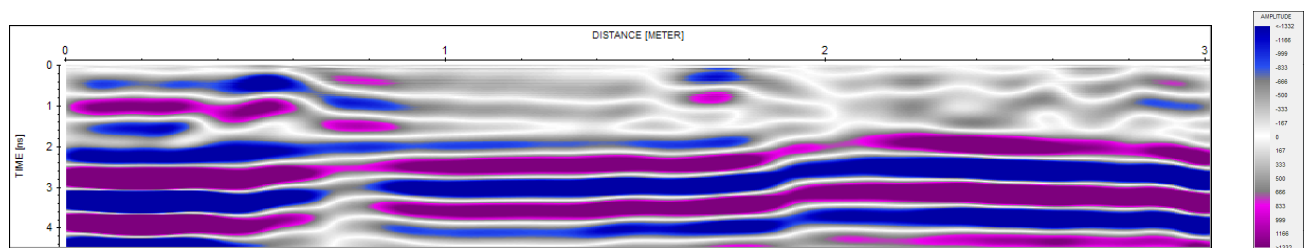
PERFIL - ORIGINAL



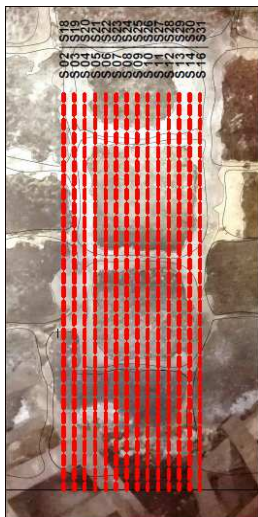
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



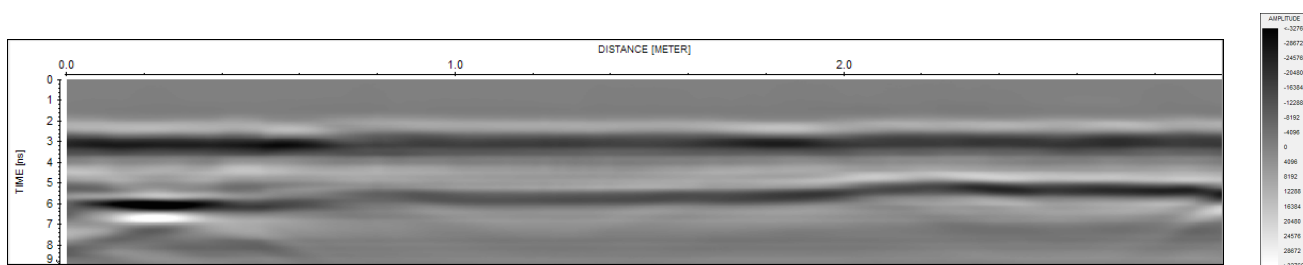
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



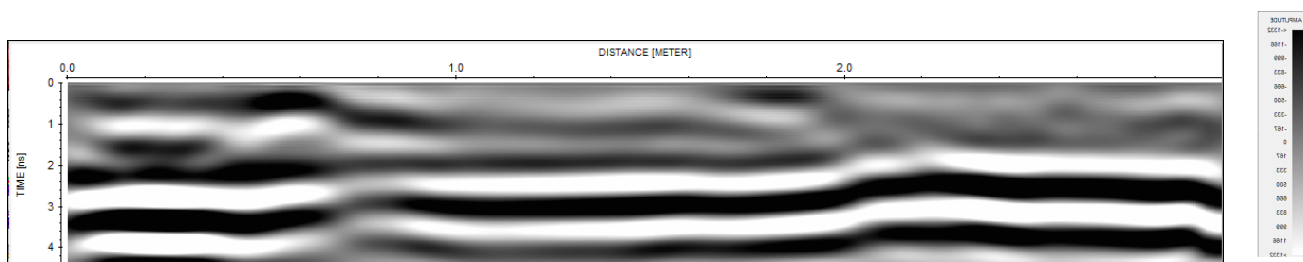
PERFIL S07

Série 1 – S02-S16

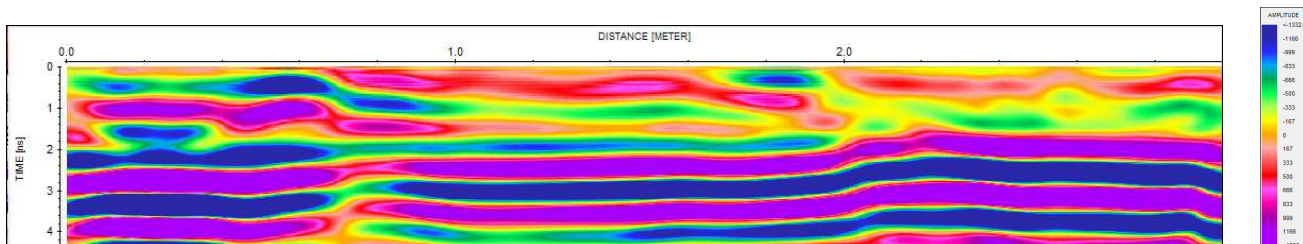
Série 2 – S18-S31



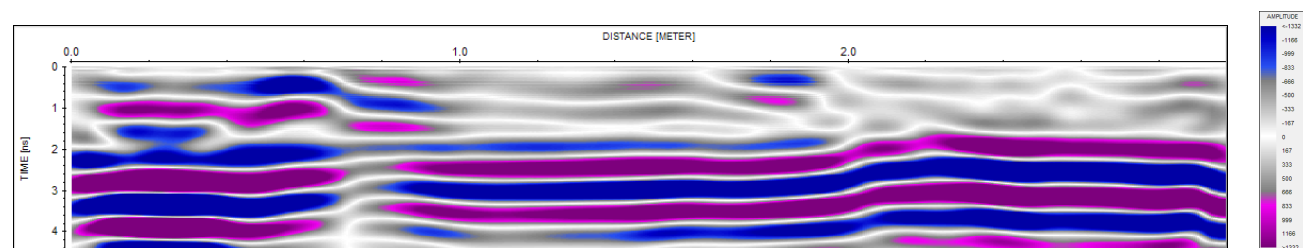
PERFIL - ORIGINAL



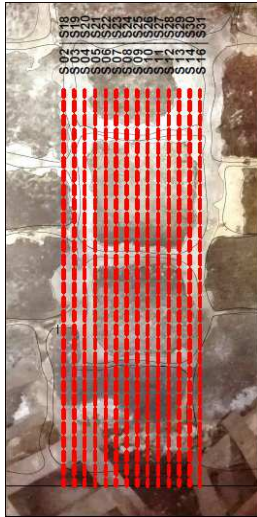
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



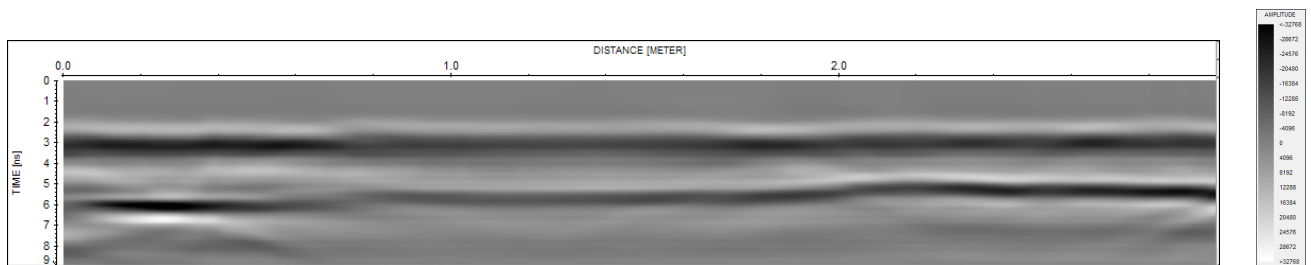
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



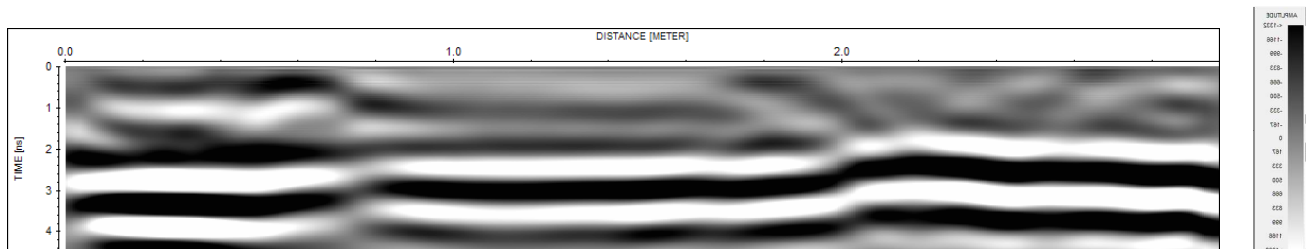
PERFIL S08

Série 1 – S02-S16

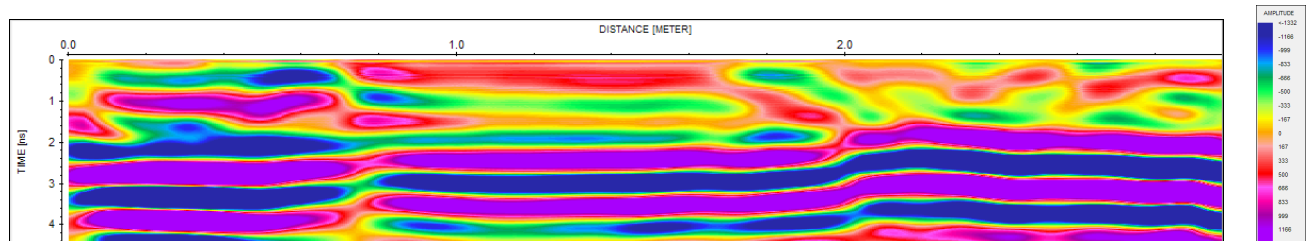
Série 2 – S18-S31



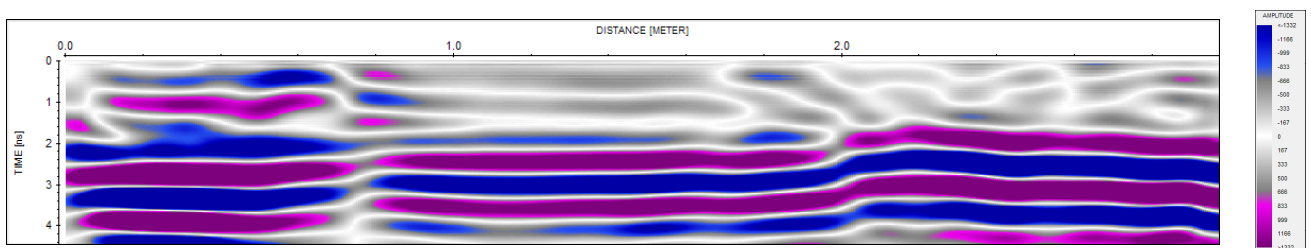
PERFIL - ORIGINAL



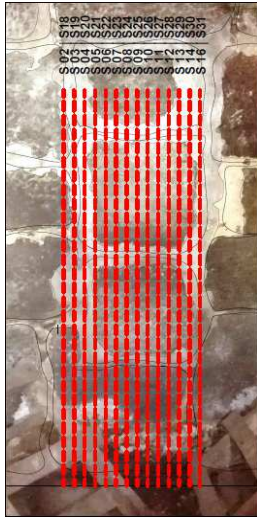
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



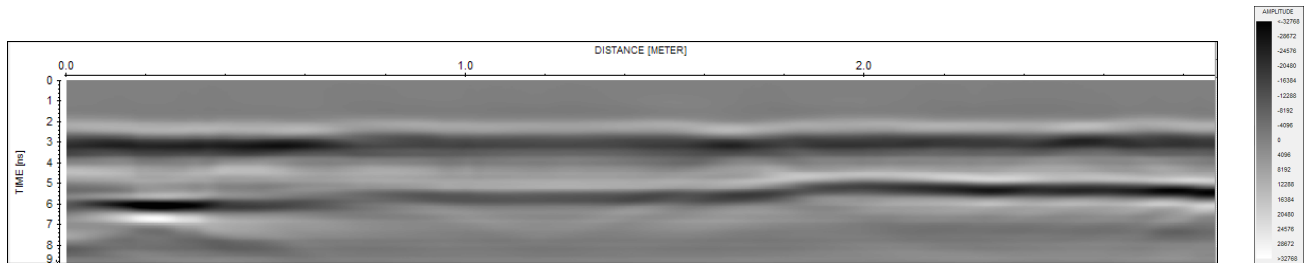
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



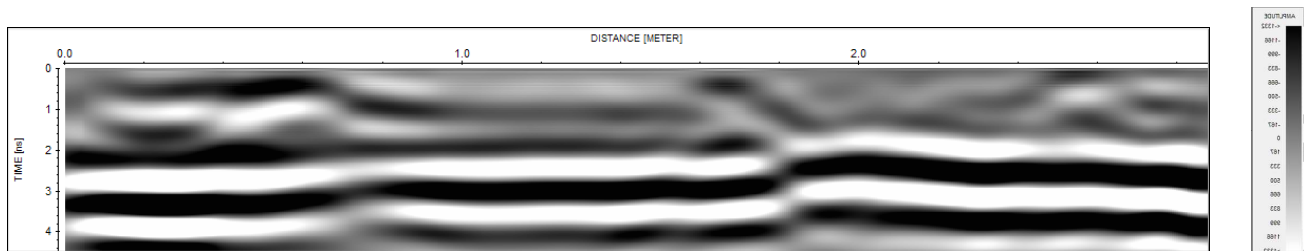
PERFIL S09

Série 1 – S02-S16

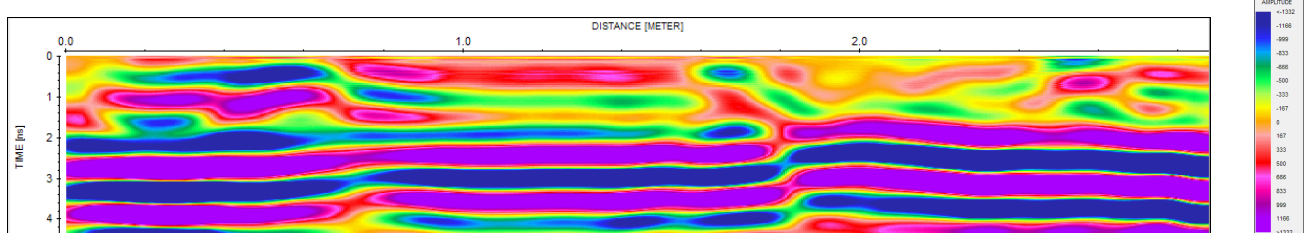
Série 2 – S18-S31



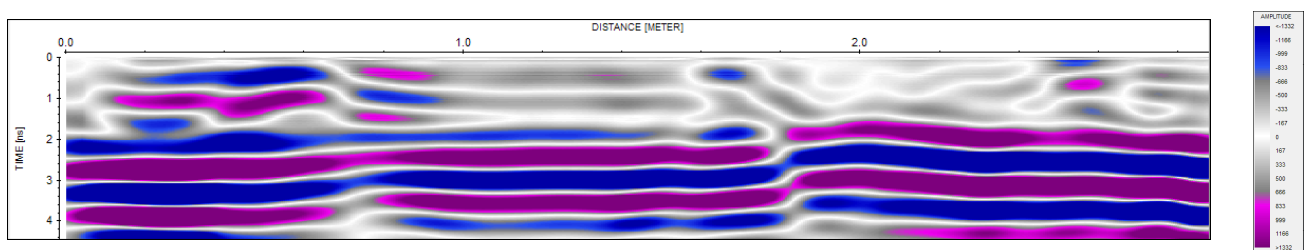
PERFIL - ORIGINAL



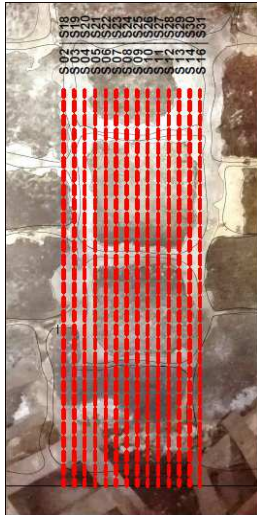
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



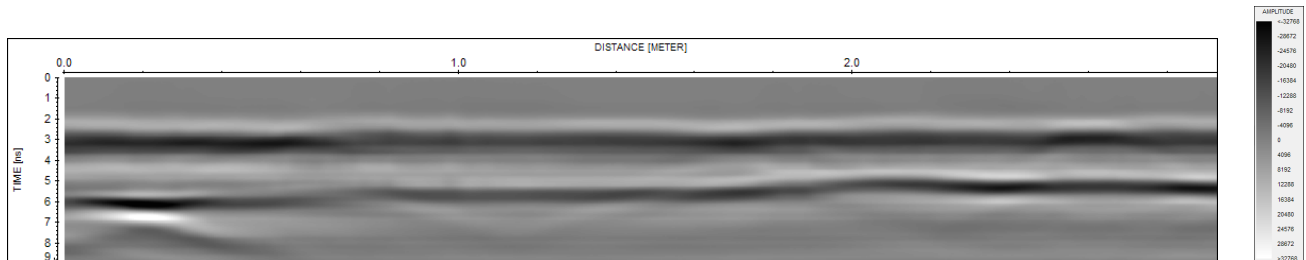
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



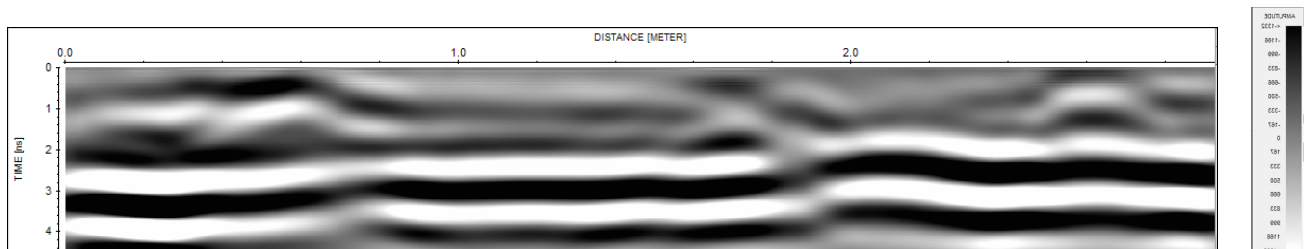
PERFIL S10

Série 1 – S02-S16

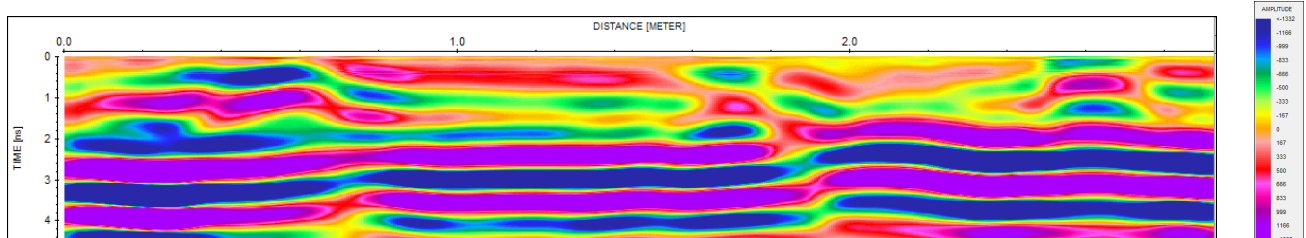
Série 2 – S18-S31



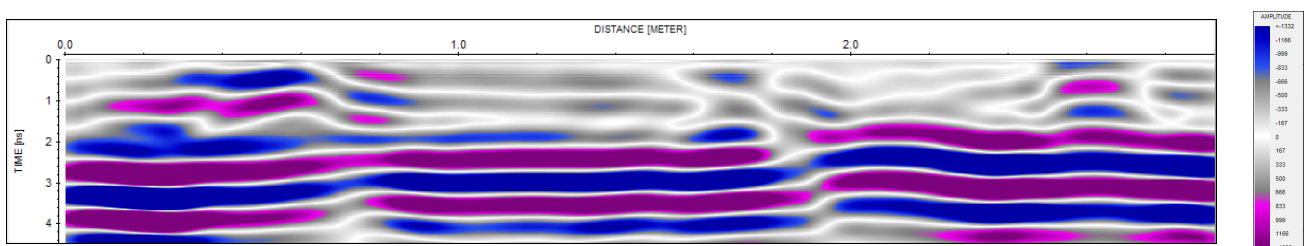
PERFIL - ORIGINAL



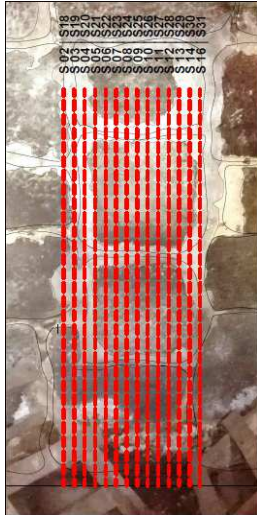
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



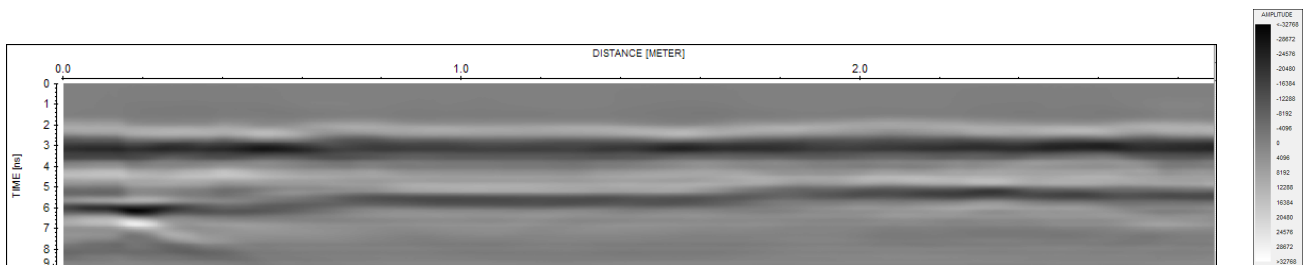
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



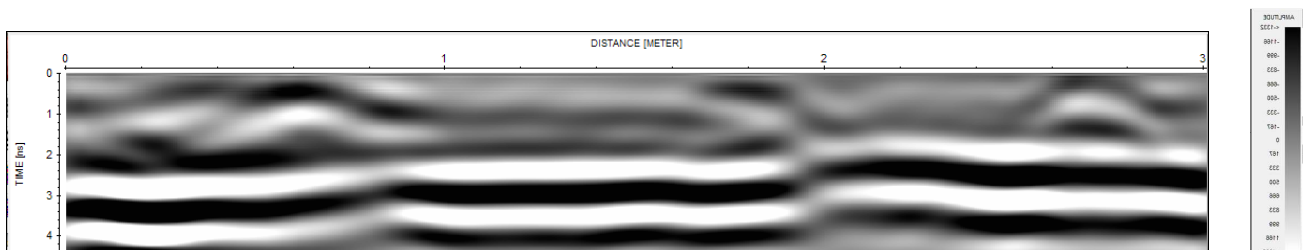
PERFIL S11

Série 1 – S02-S16

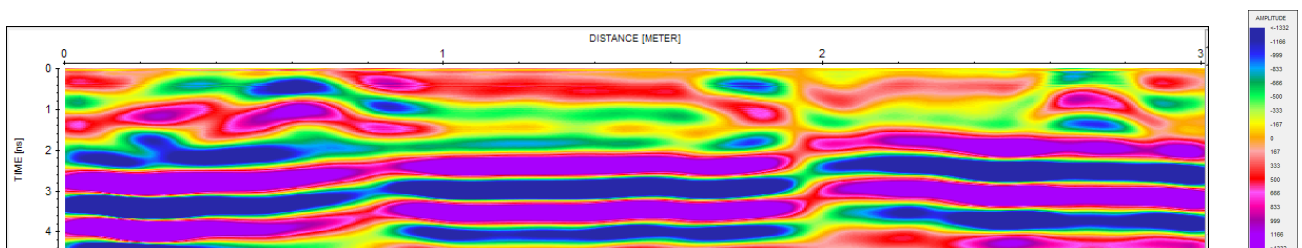
Série 2 – S18-S31



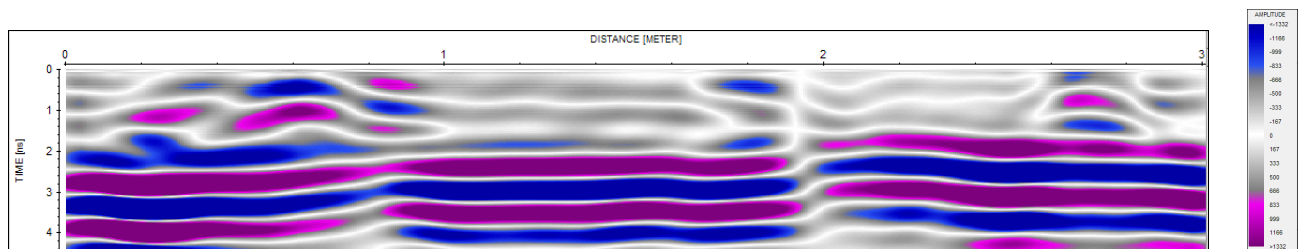
PERFIL - ORIGINAL



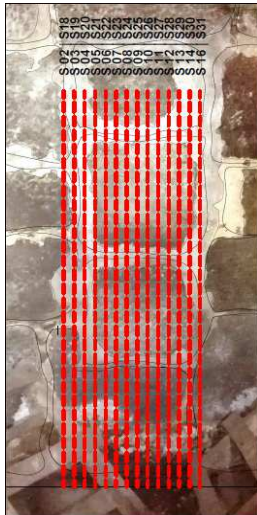
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



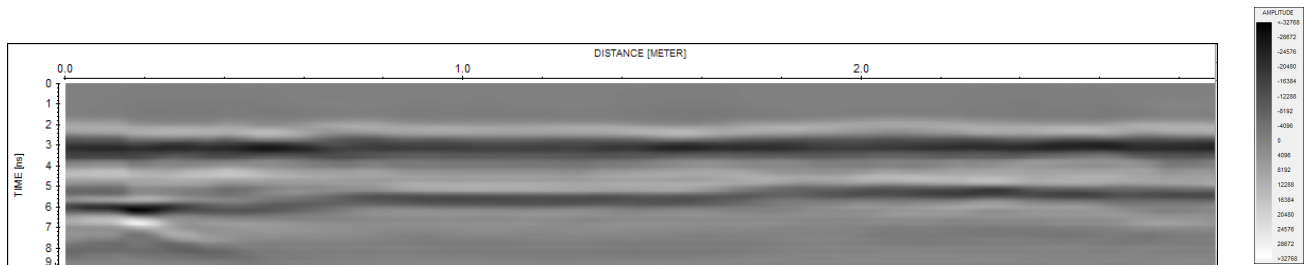
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



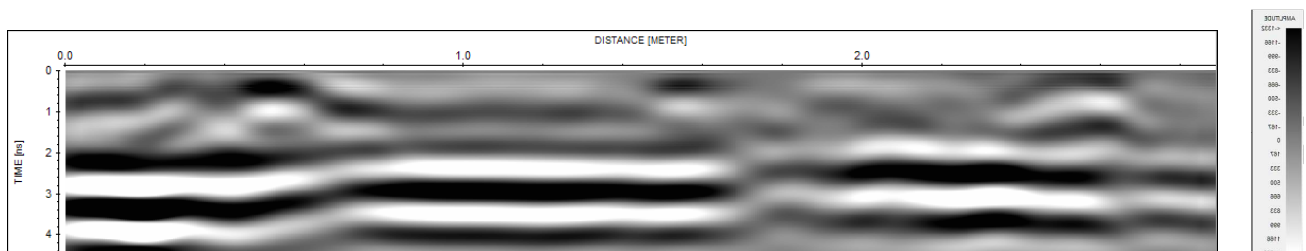
PERFIL S12

Série 1 – S02-S16

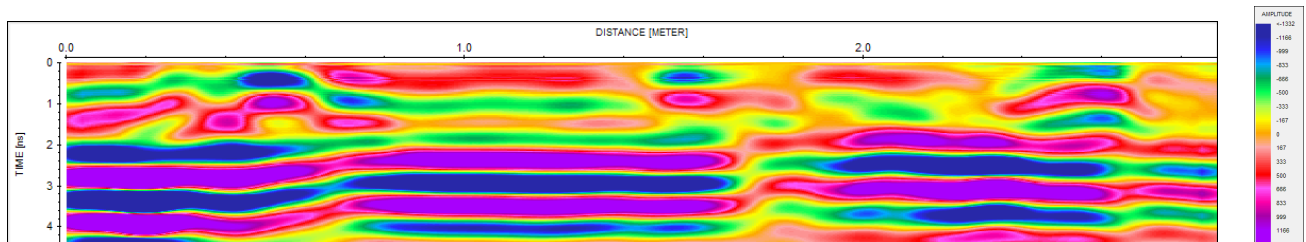
Série 2 – S18-S31



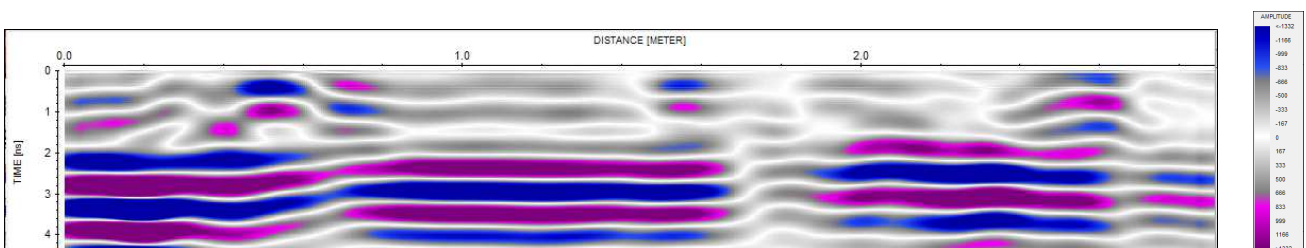
PERFIL - ORIGINAL



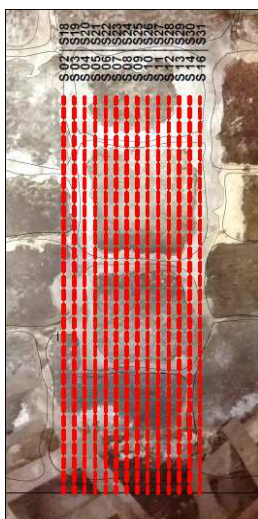
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



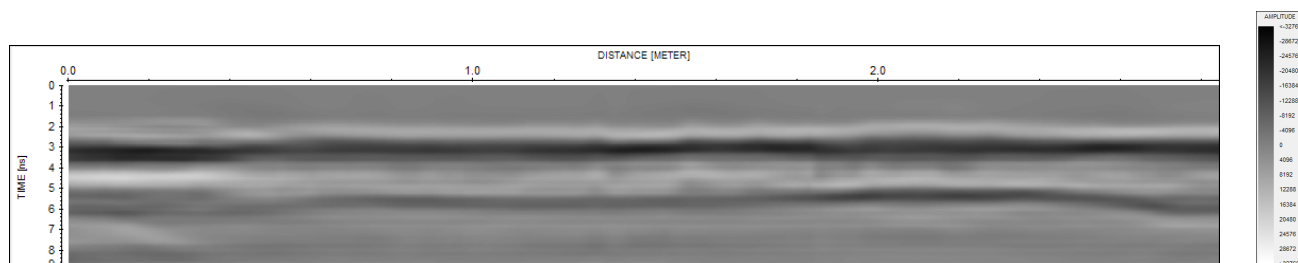
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



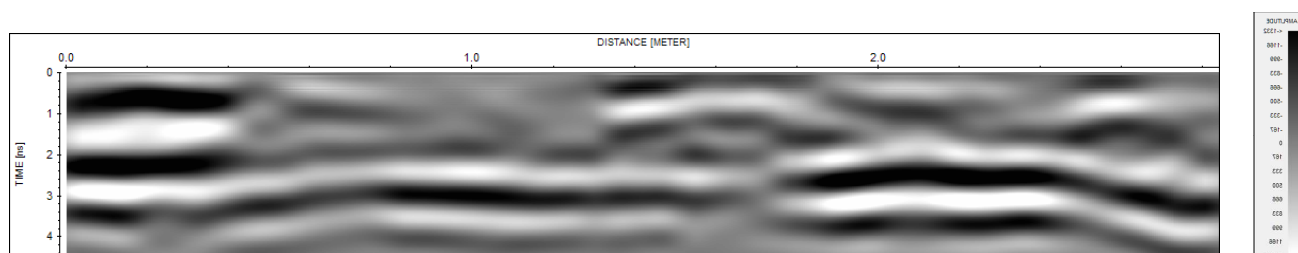
PERFIL S13

Série 1 – S02-S16

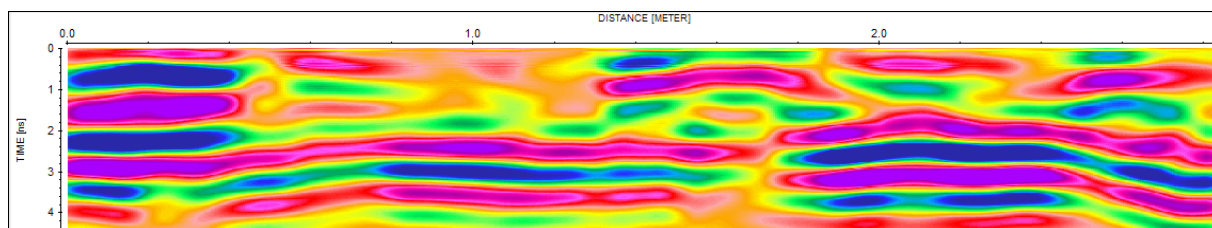
Série 2 – S18-S31



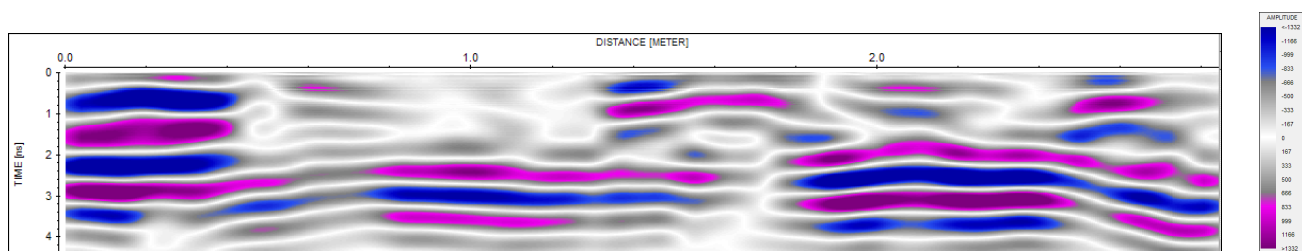
PERFIL - ORIGINAL



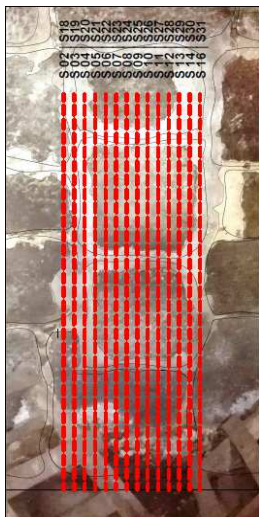
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



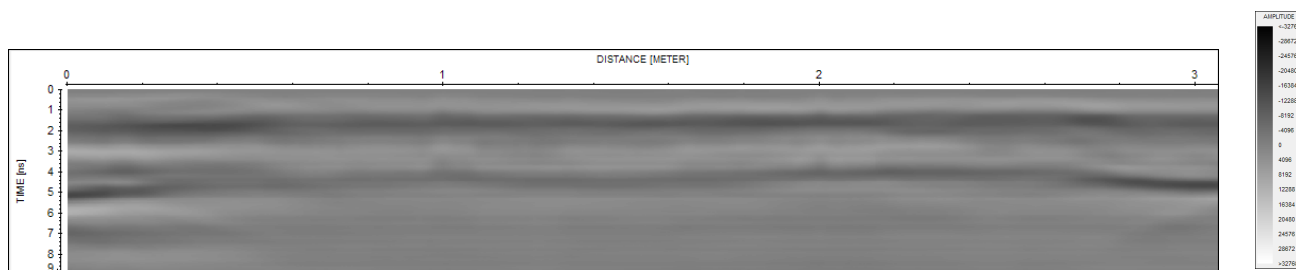
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



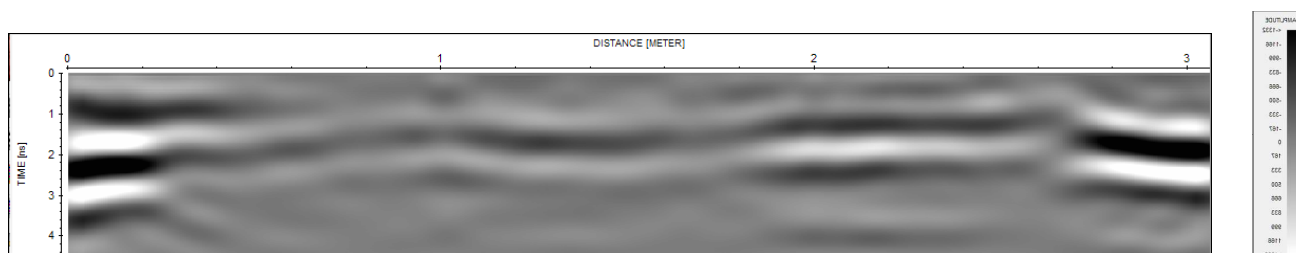
PERFIL S14

Série 1 – S02-S16

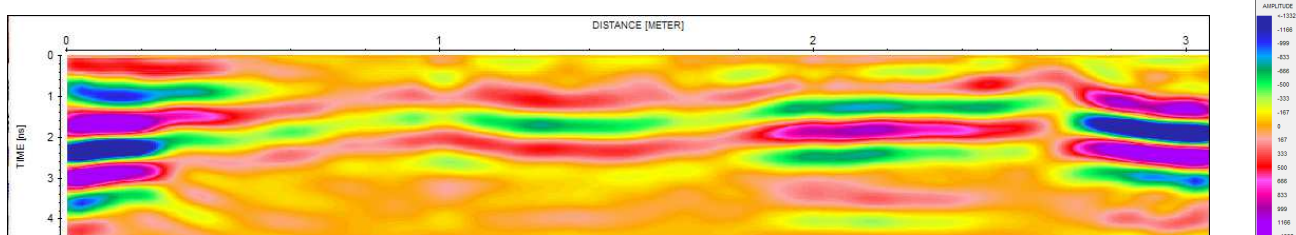
Série 2 – S18-S31



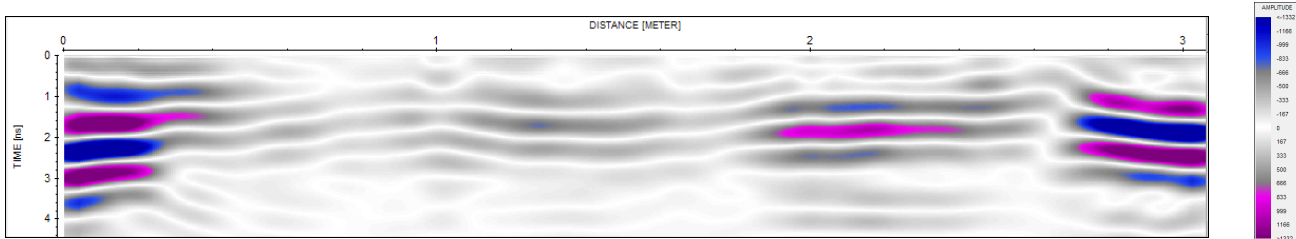
PERFIL - ORIGINAL



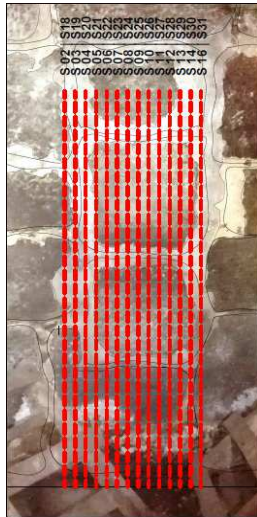
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



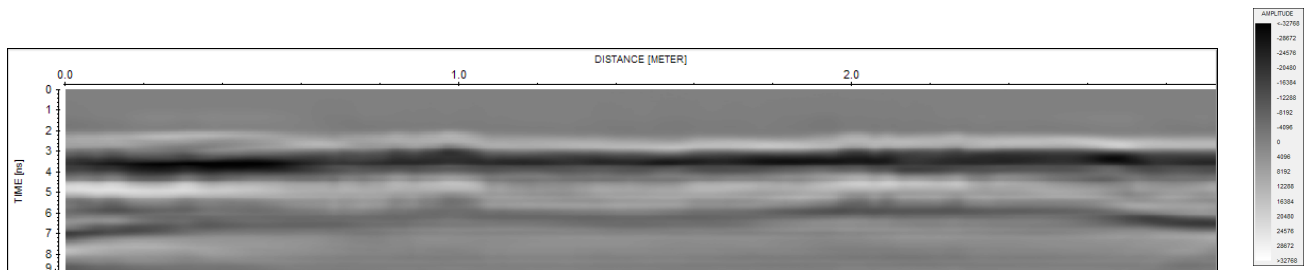
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



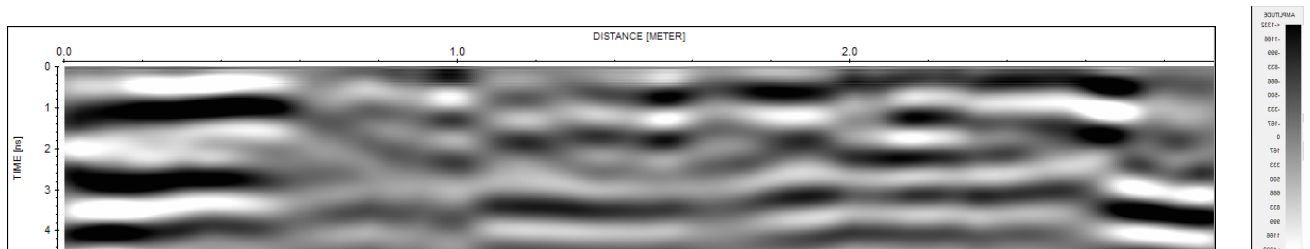
PERFIL S16

Série 1 – S02-S16

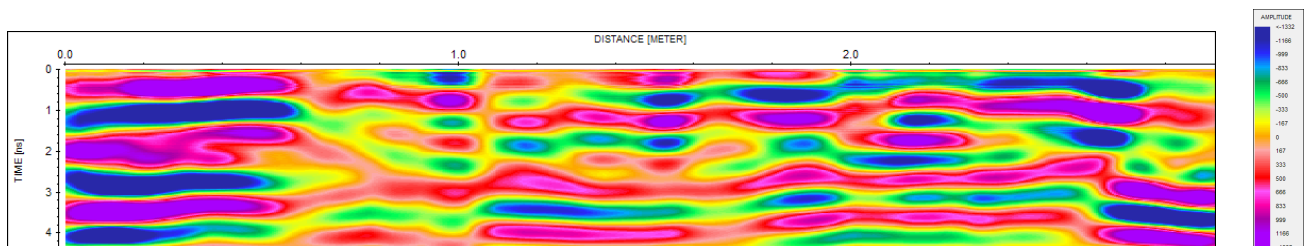
Série 2 – S18-S31



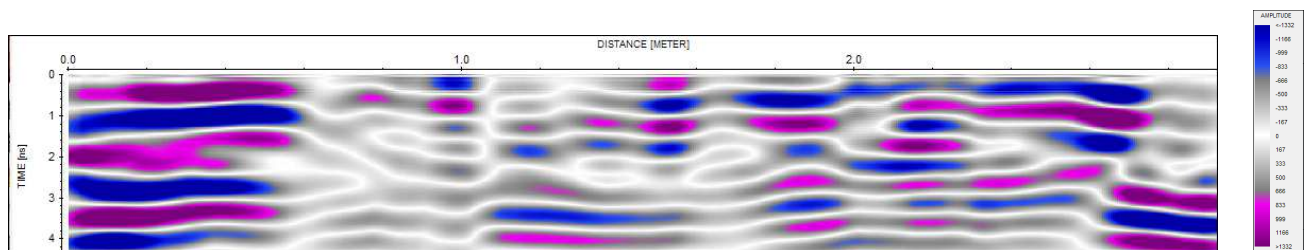
PERFIL - ORIGINAL



PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW

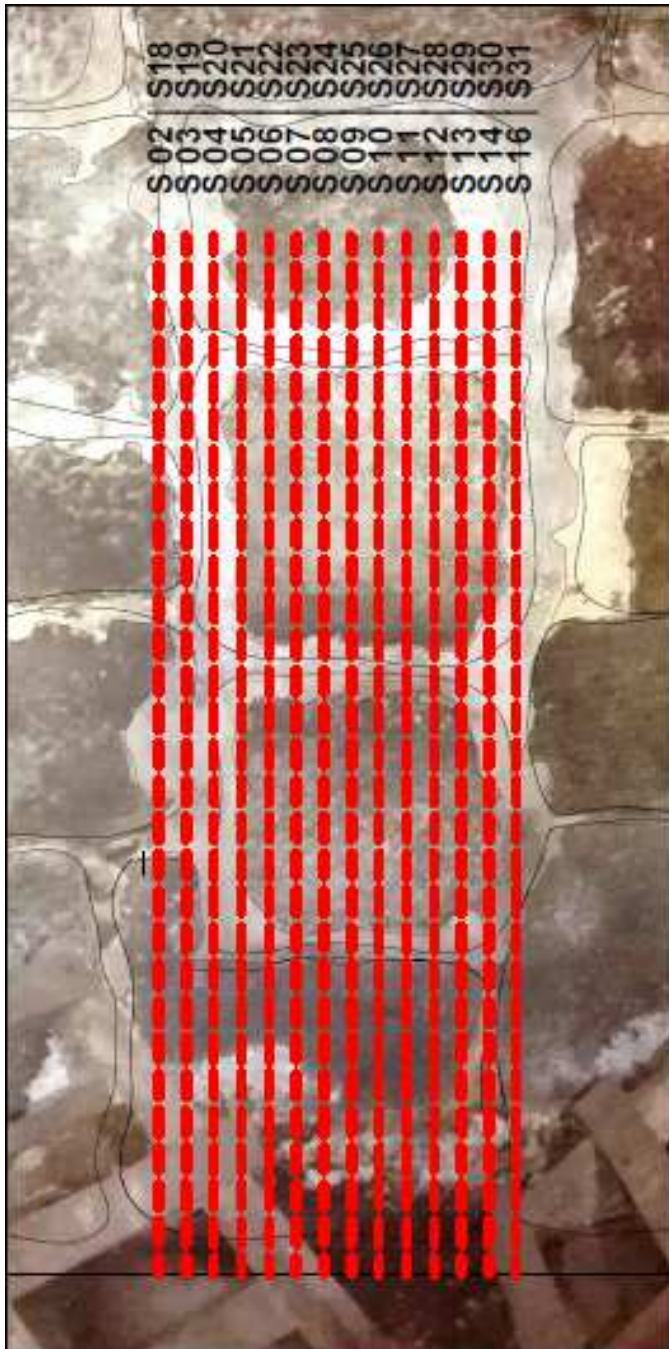


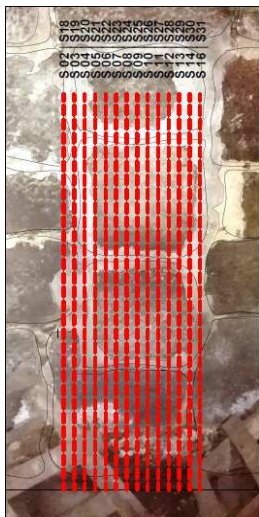
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED

Série 1 – S02-S16

Série 2 – S18-S31

Afastamento entre Perfis 0,05metros

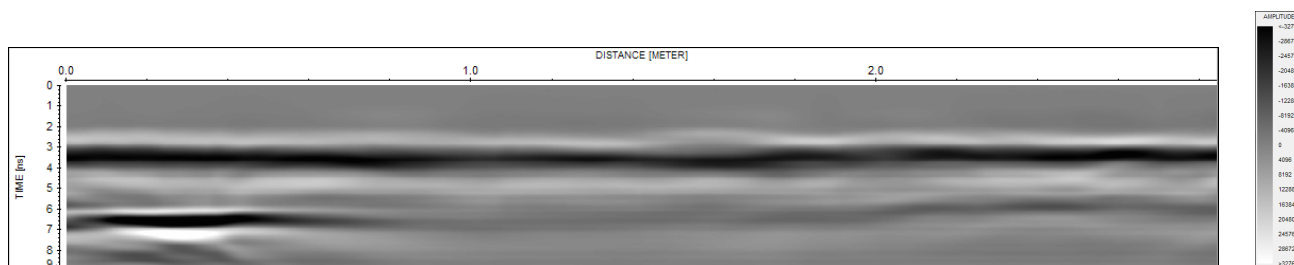




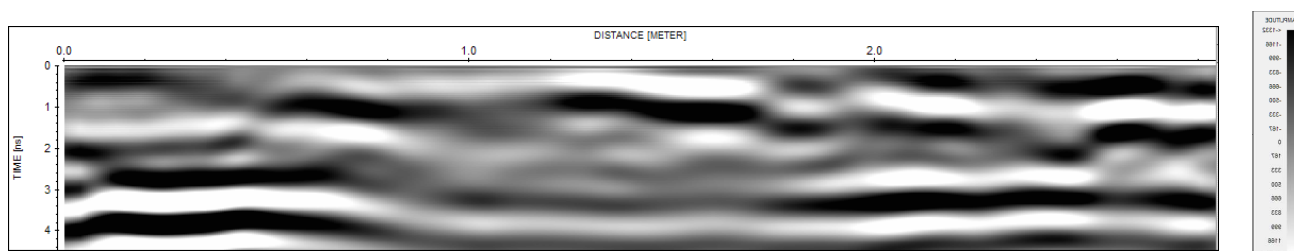
PERFIL S18

Série 1 – S02-S16

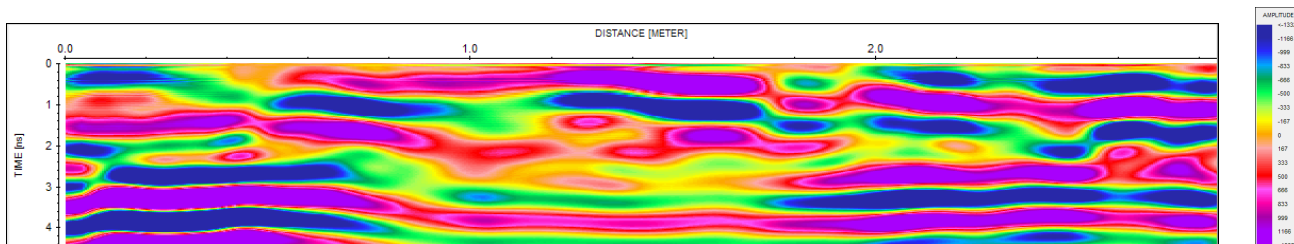
Série 2 – S18-S31



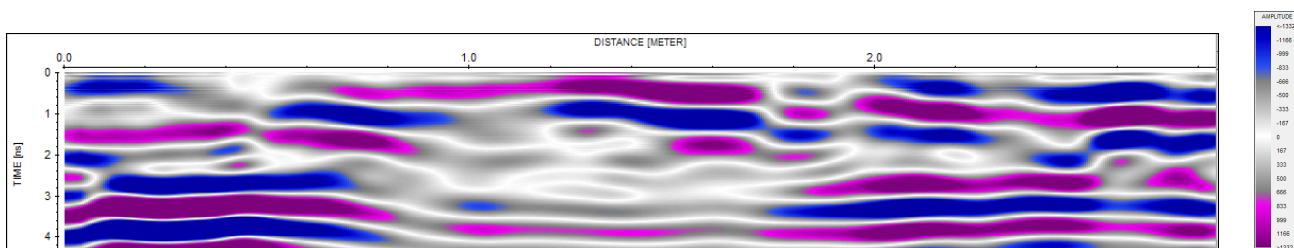
PERFIL - ORIGINAL



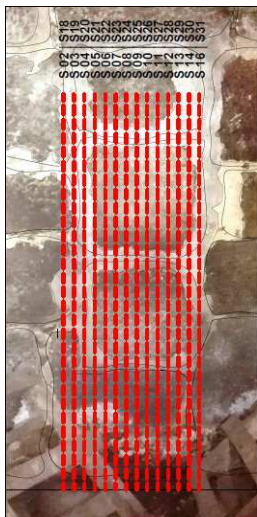
PERFIL - PROCESSADO- GRAY



PERFIL - PROCESSADO- RAINBOW



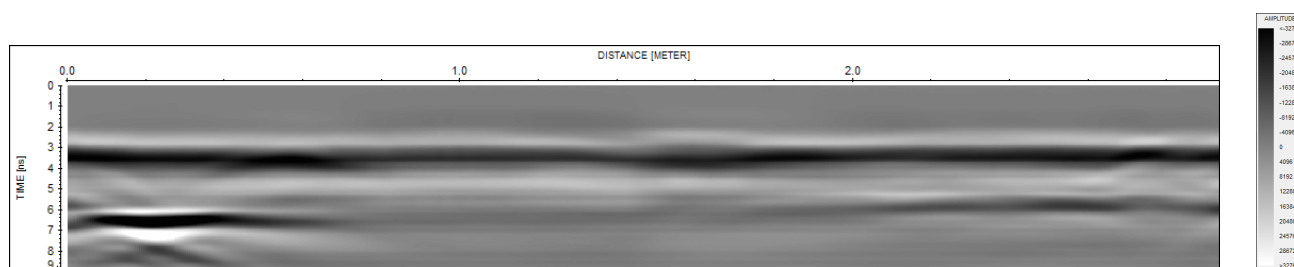
PERFIL - PROCESSADO- BLUEGRAYRED



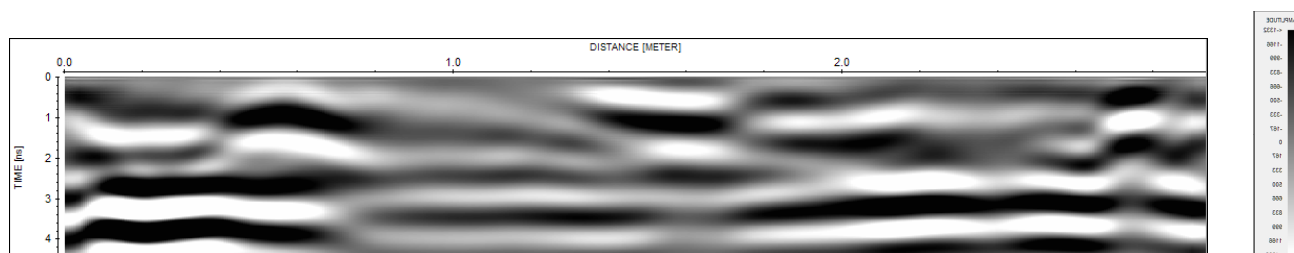
PERFIL S19

Série 1 – S02-S16

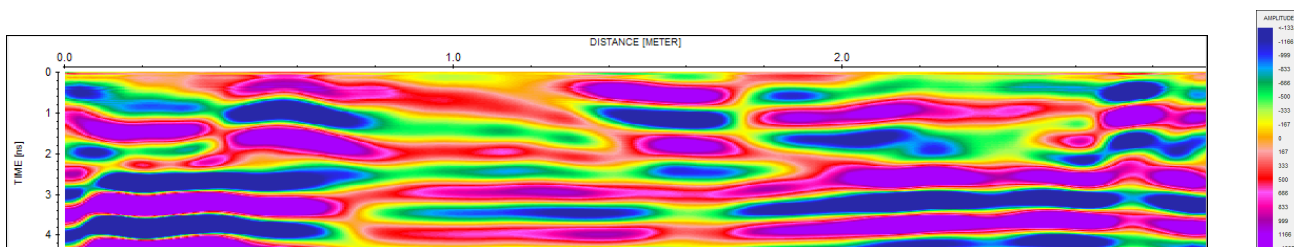
Série 2 – S18-S31



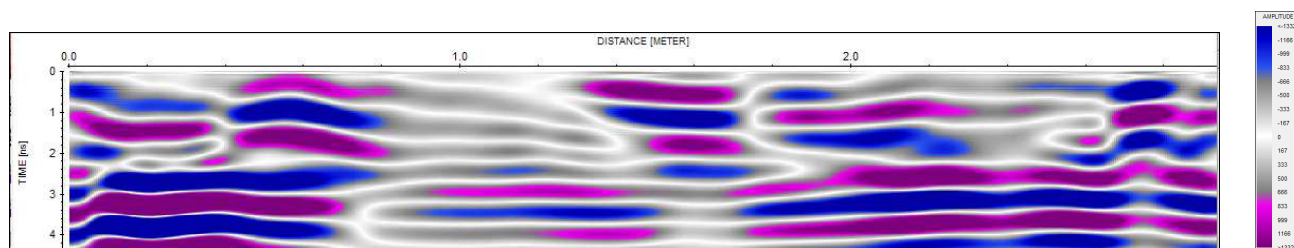
PERFIL - ORIGINAL



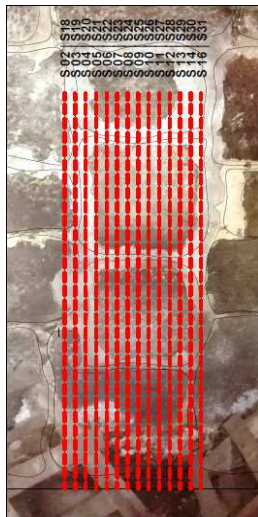
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



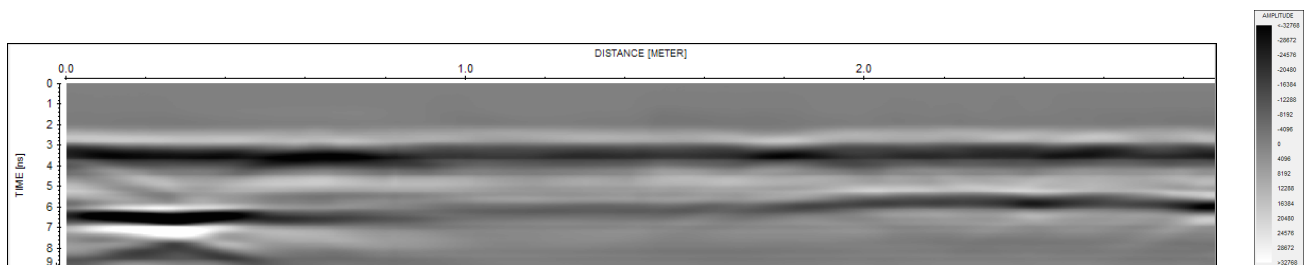
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



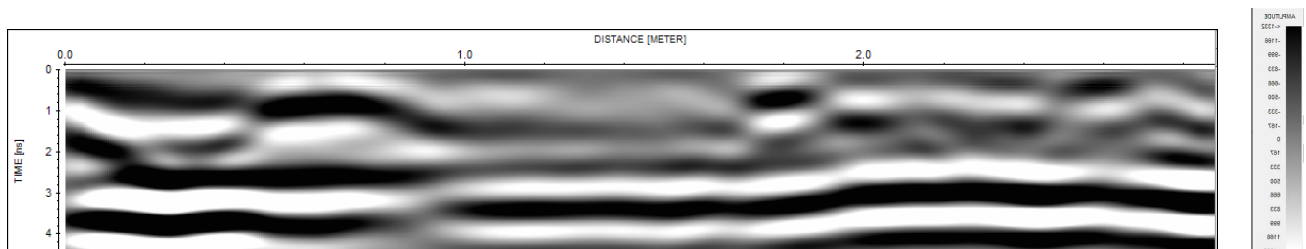
PERFIL S20

Série 1 – S02-S16

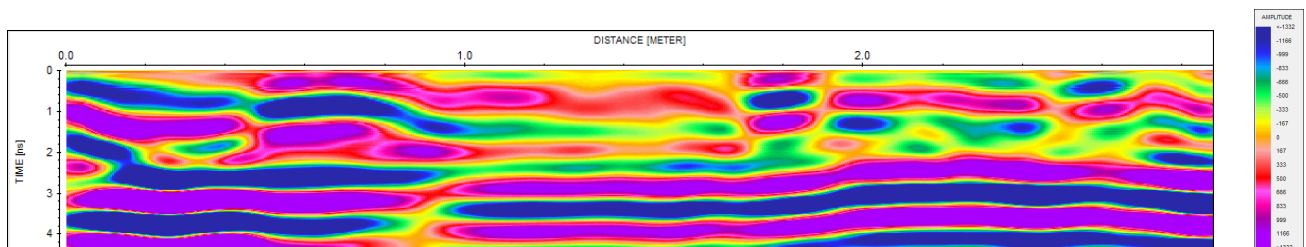
Série 2 – S18-S31



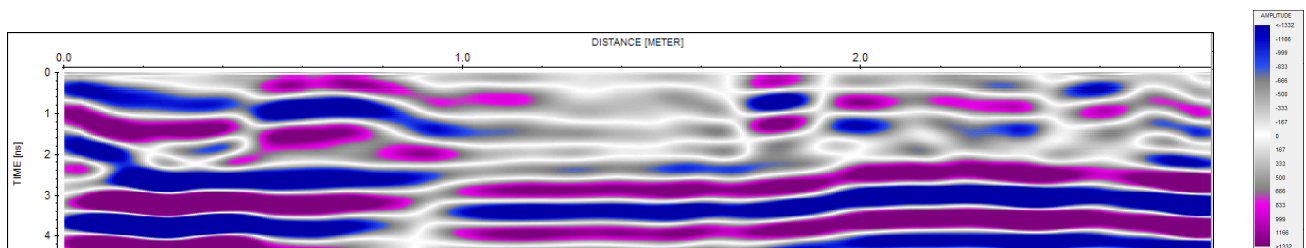
PERFIL - ORIGINAL



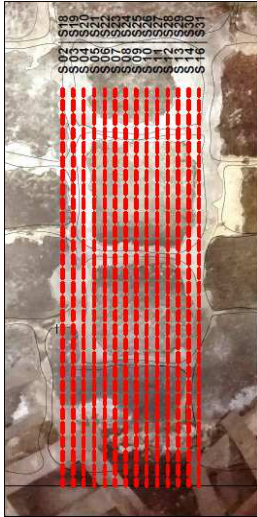
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



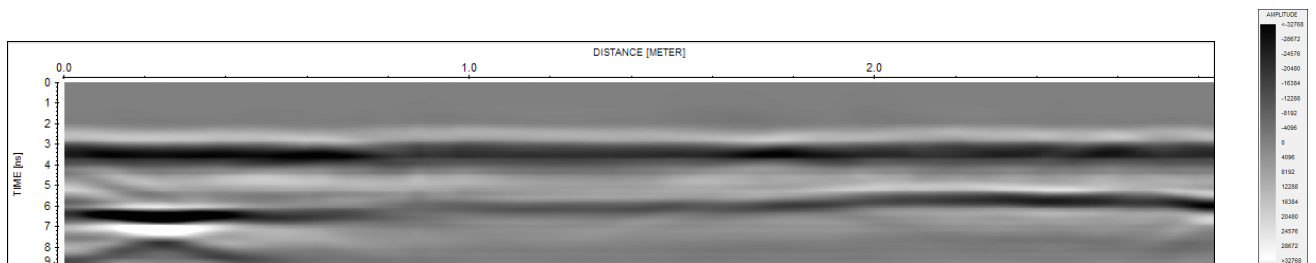
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



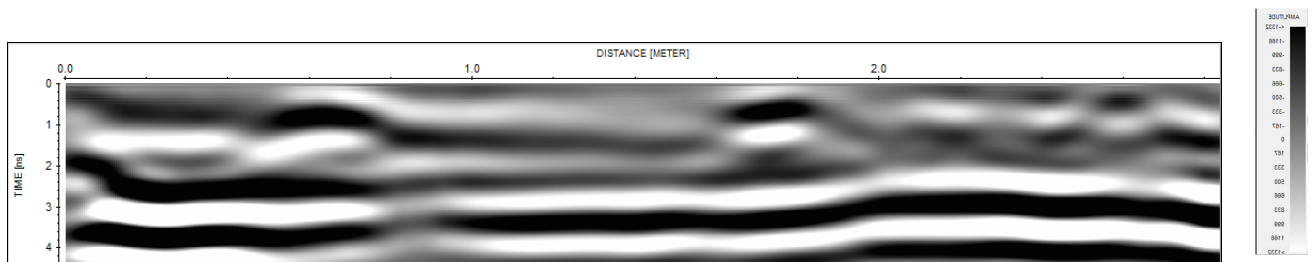
PERFIL S21

Série 1 – S02-S16

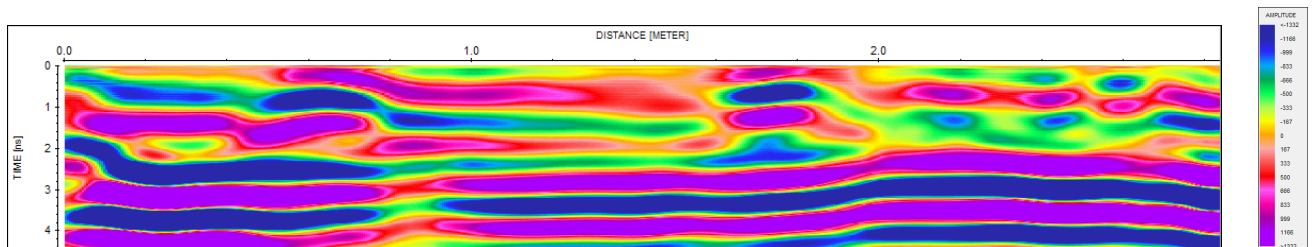
Série 2 – S18-S31



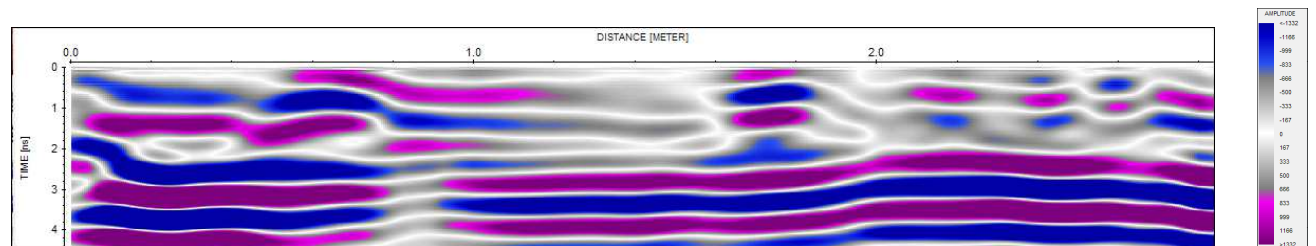
PERFIL - ORIGINAL



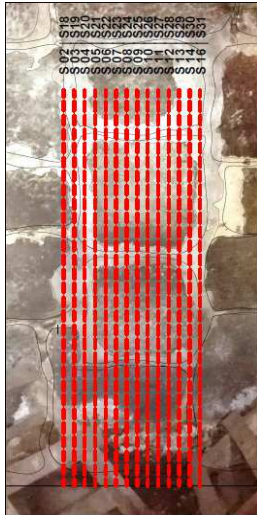
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



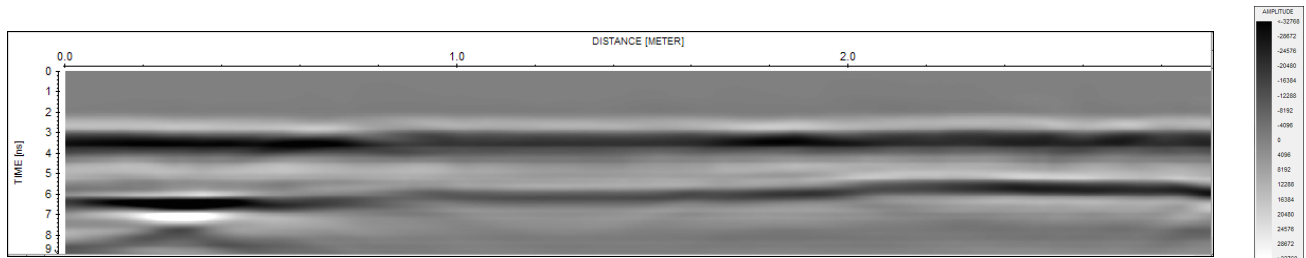
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



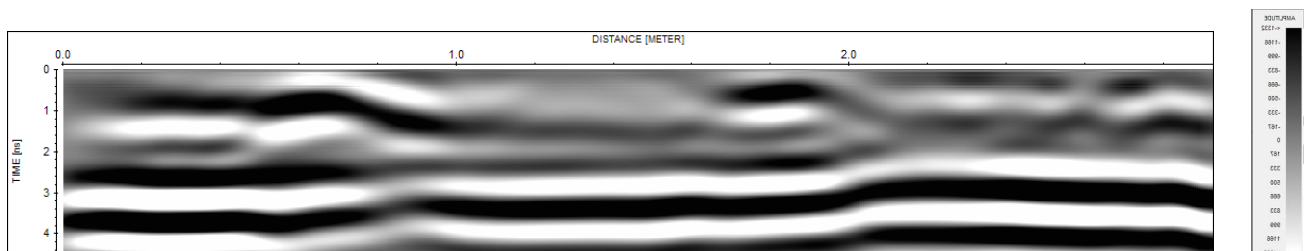
PERFIL S22

Série 1 – S02-S16

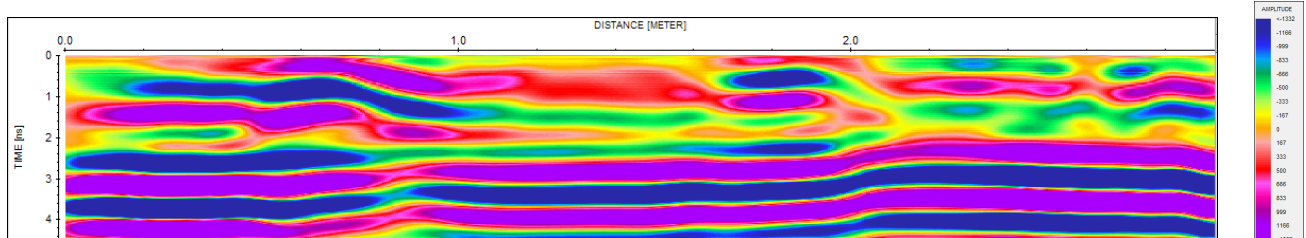
Série 2 – S18-S31



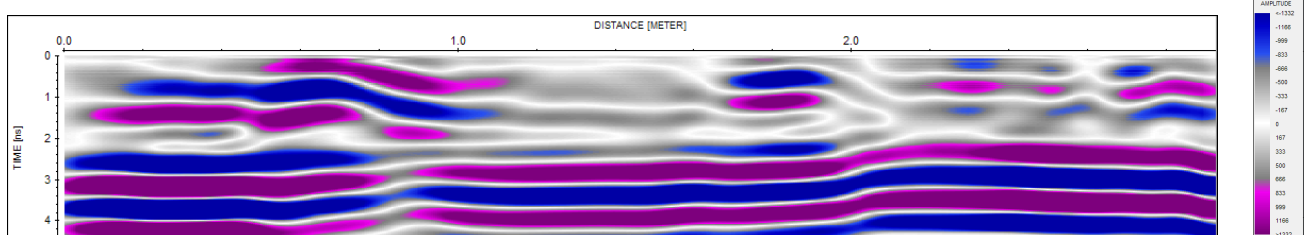
PERFIL - ORIGINAL



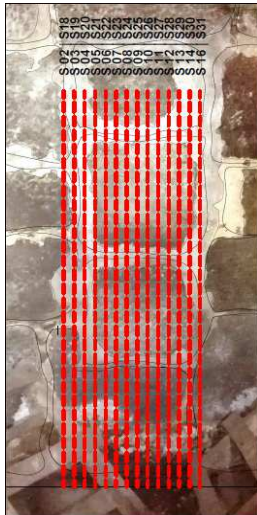
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



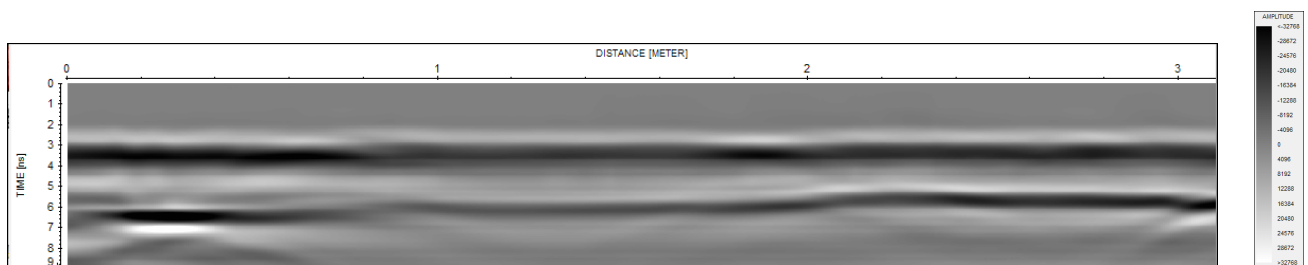
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



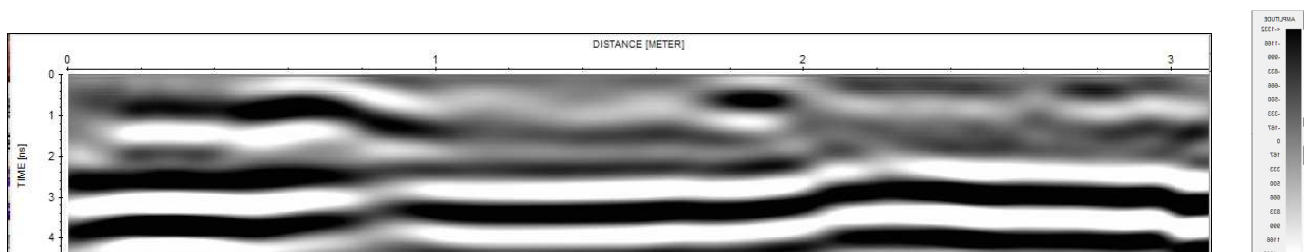
PERFIL S23

Série 1 – S02-S16

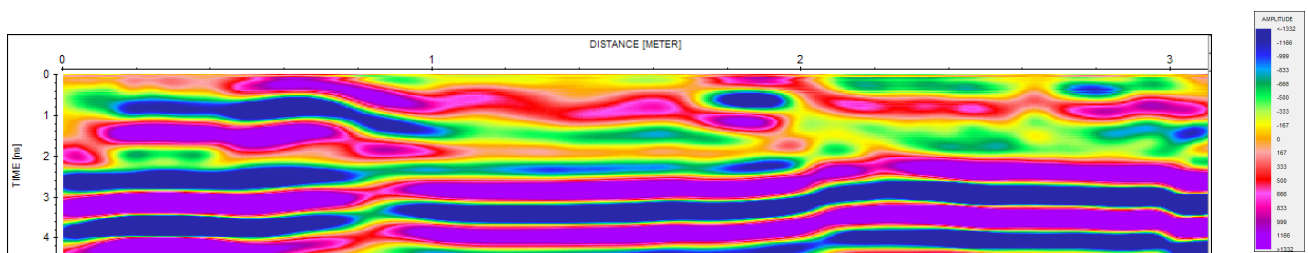
Série 2 – S18-S31



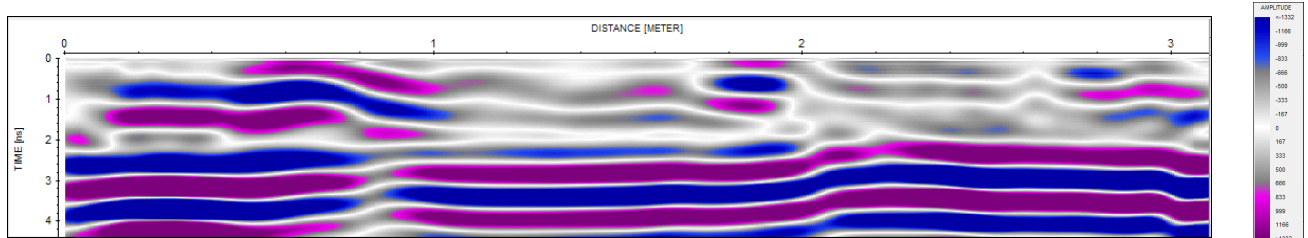
PERFIL - ORIGINAL



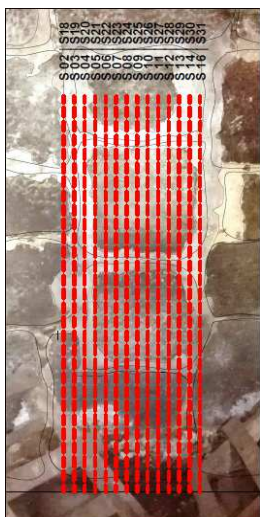
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



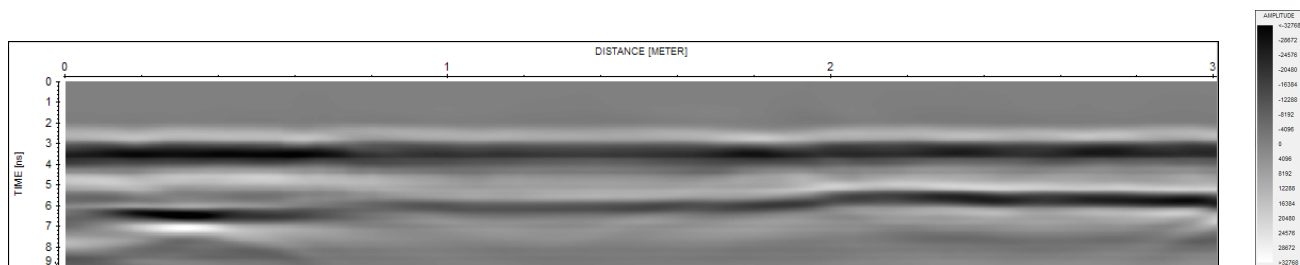
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



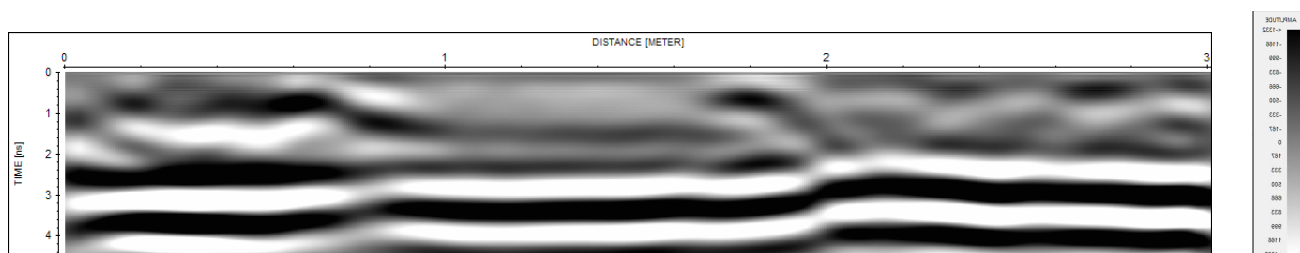
PERFIL S24

Série 1 – S02-S16

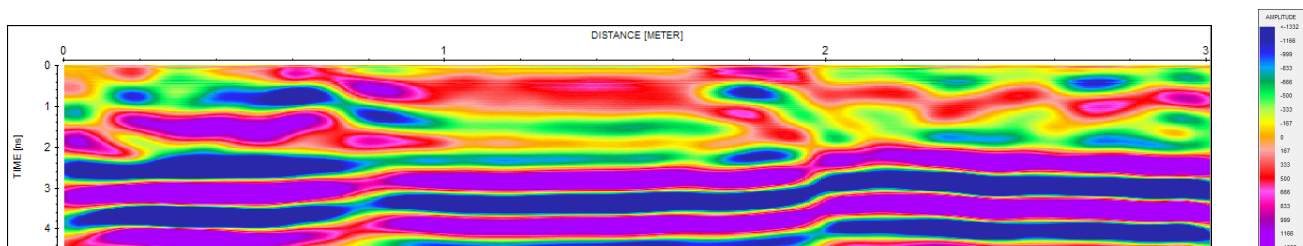
Série 2 – S18-S31



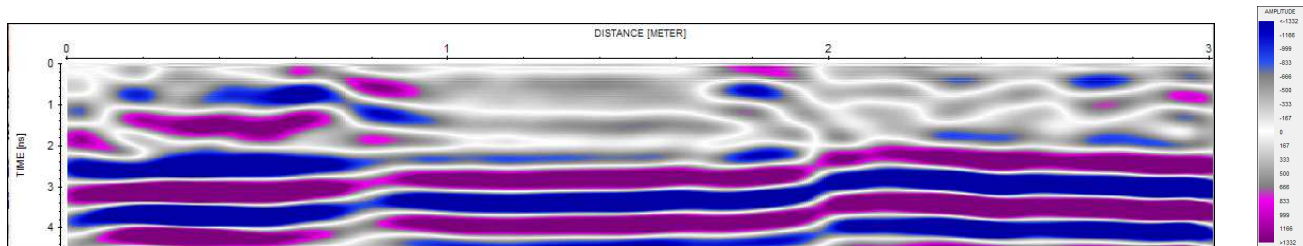
PERFIL - ORIGINAL



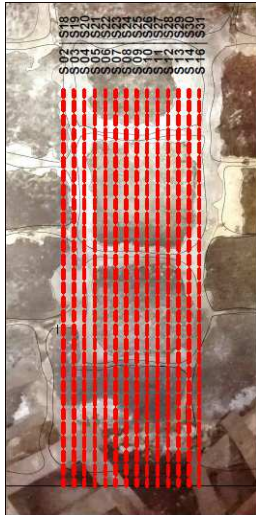
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



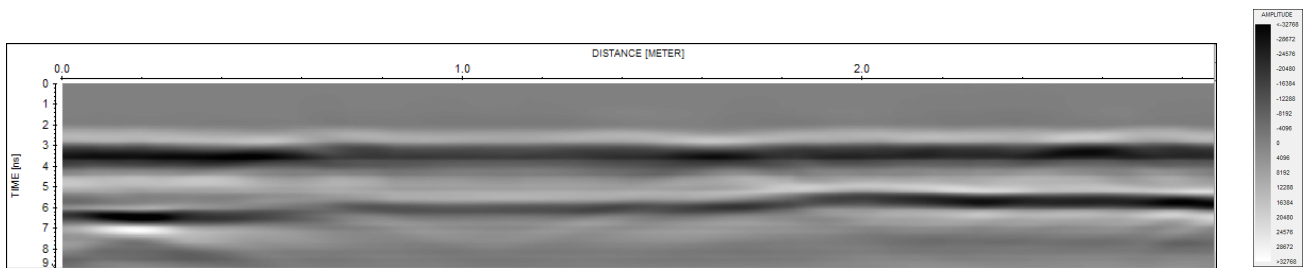
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



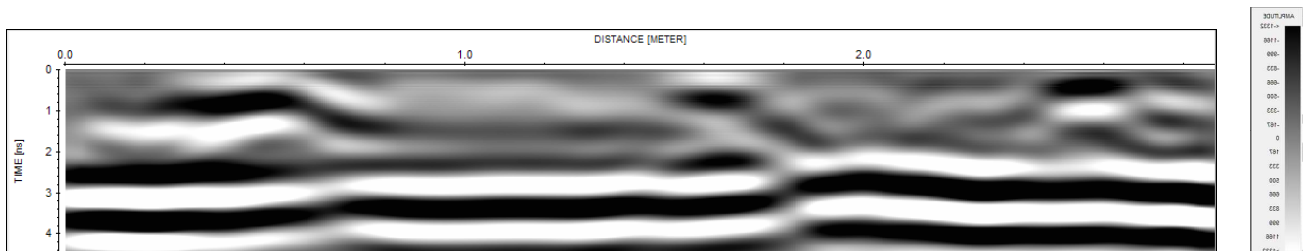
PERFIL S25

Série 1 – S02-S16

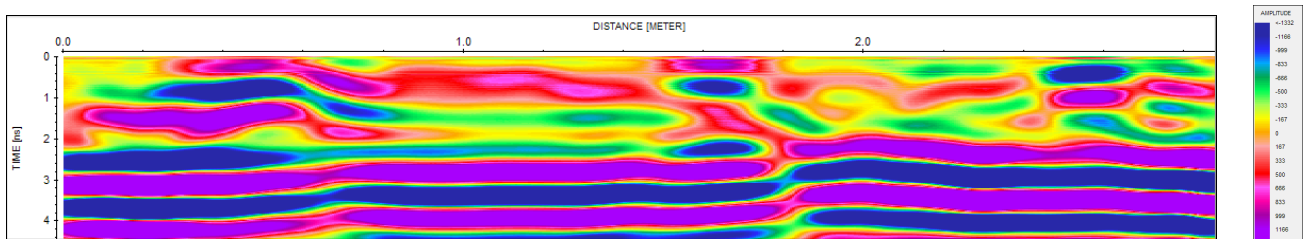
Série 2 – S18-S31



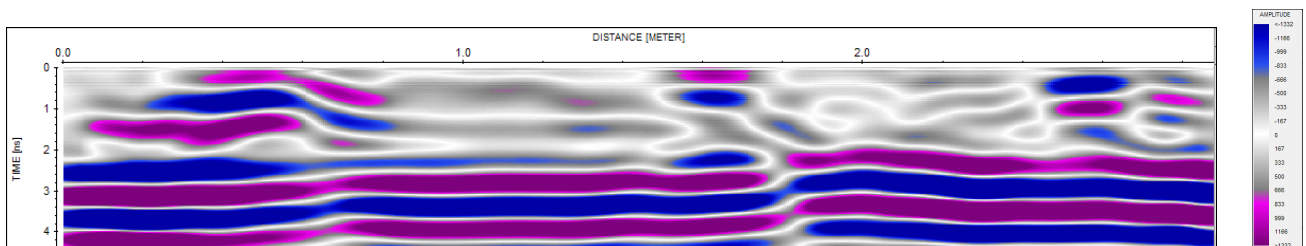
PERFIL - ORIGINAL



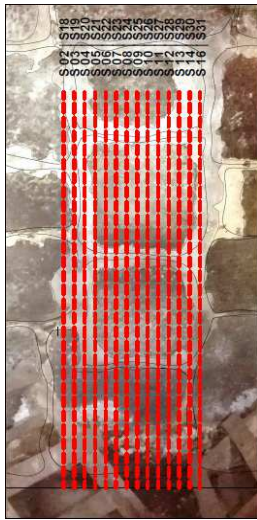
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



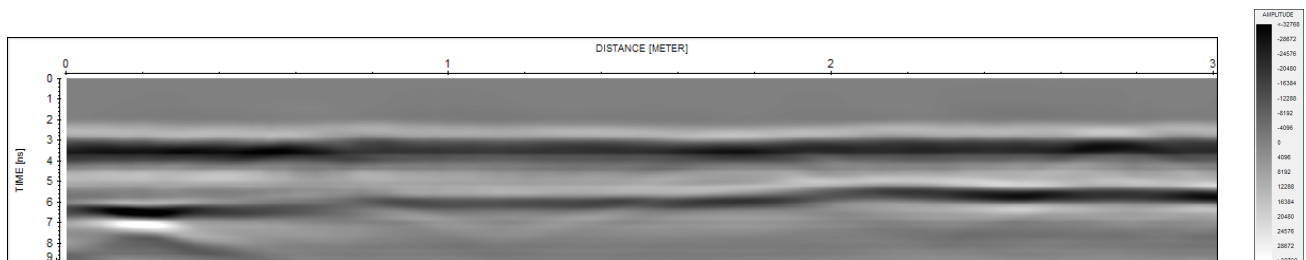
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



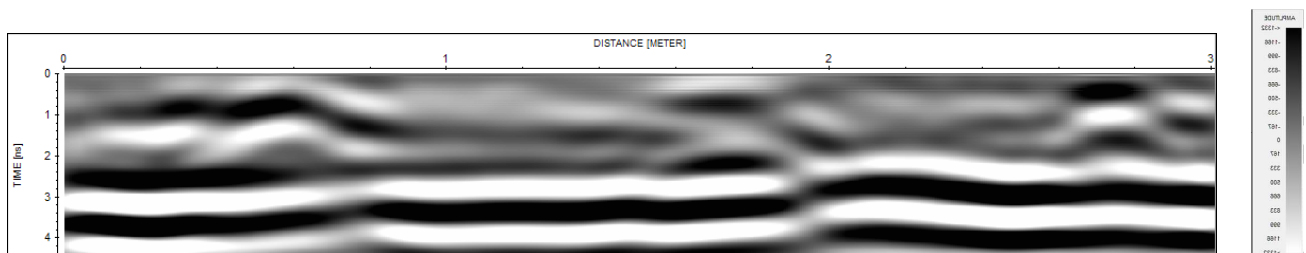
PERFIL S26

Série 1 – S02-S16

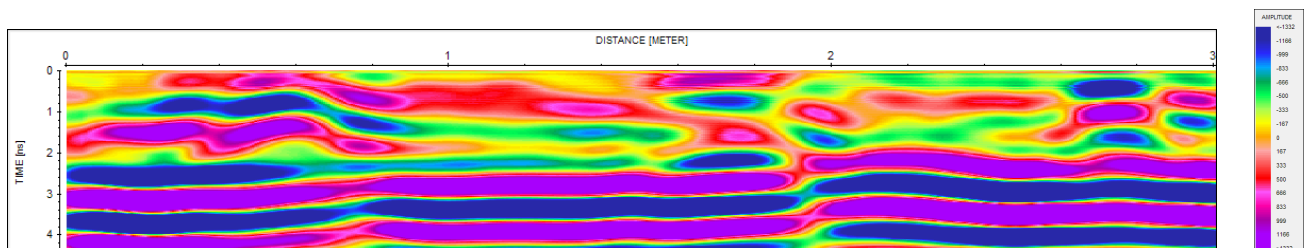
Série 2 – S18-S31



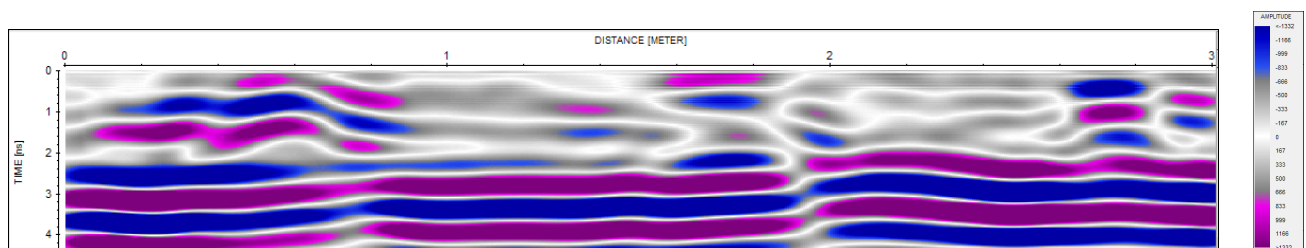
PERFIL - ORIGINAL



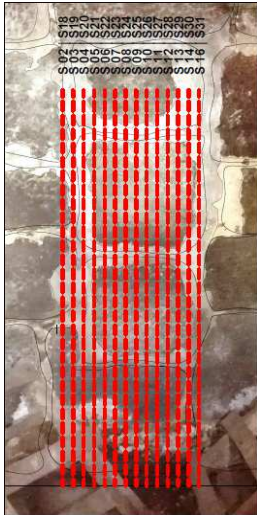
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



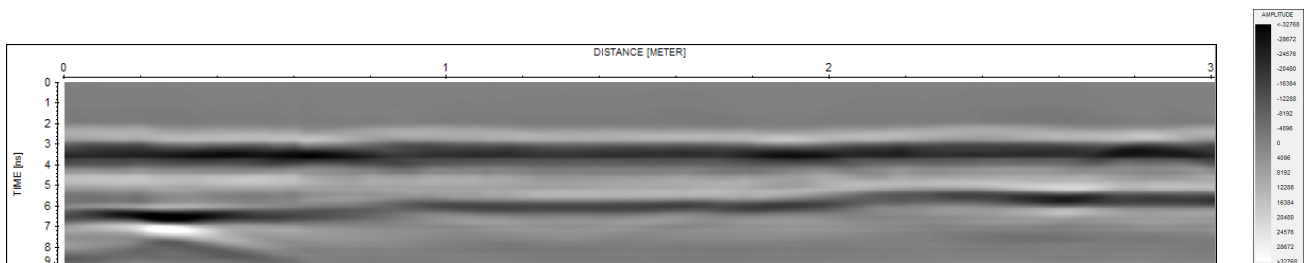
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



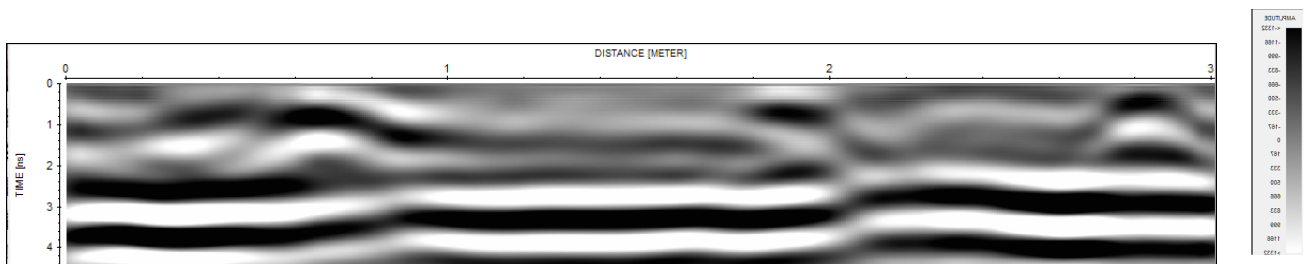
PERFIL S27

Série 1 – S02-S16

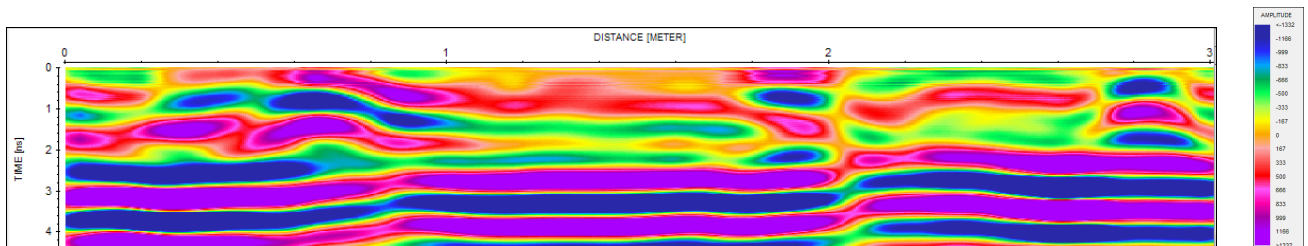
Série 2 – S18-S31



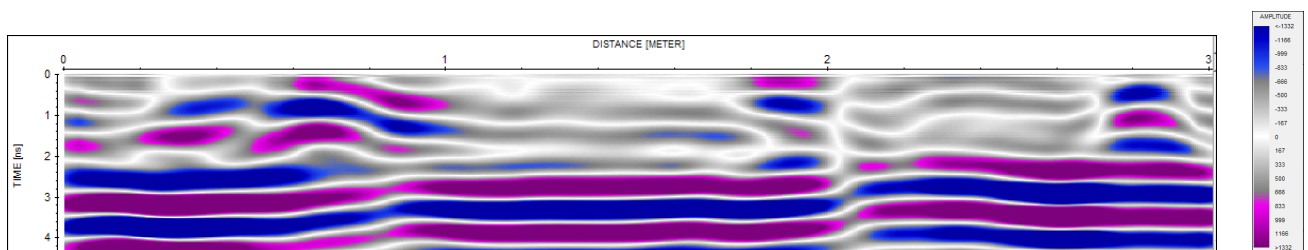
PERFIL - ORIGINAL



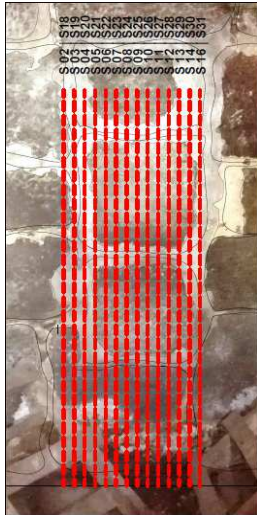
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



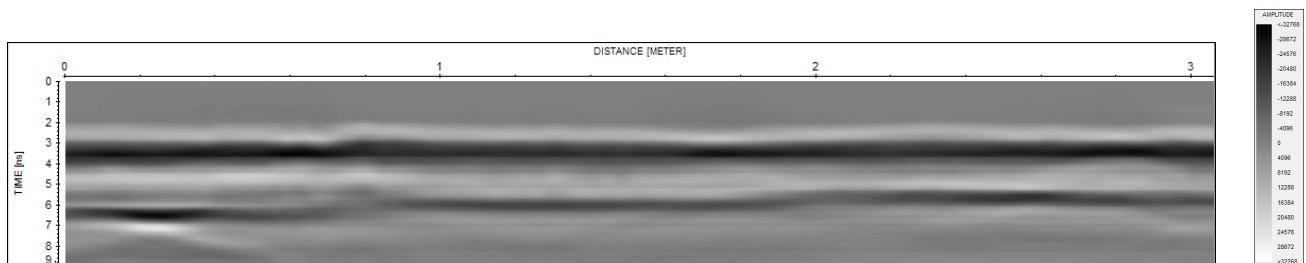
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



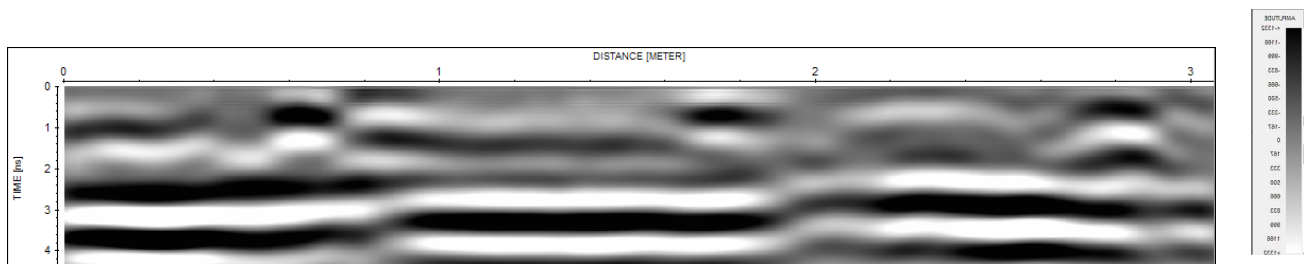
PERFIL S28

Série 1 – S02-S16

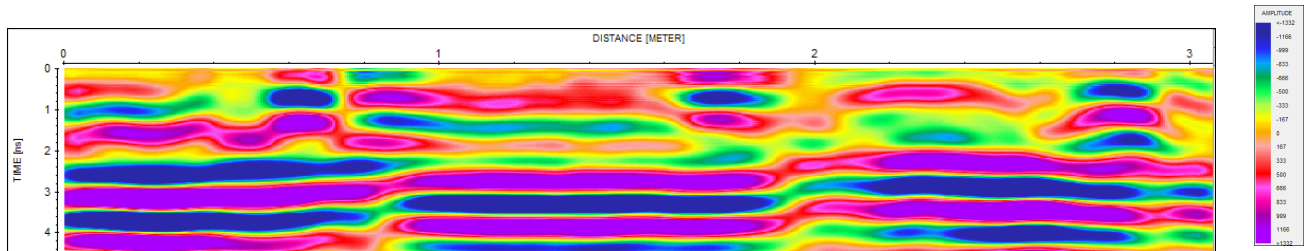
Série 2 – S18-S31



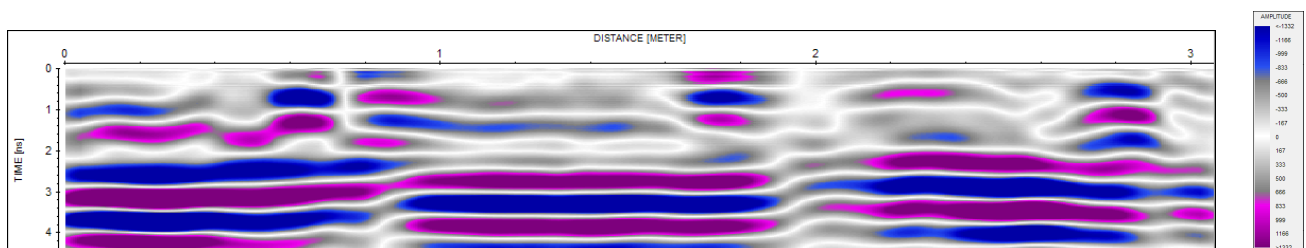
PERFIL - ORIGINAL



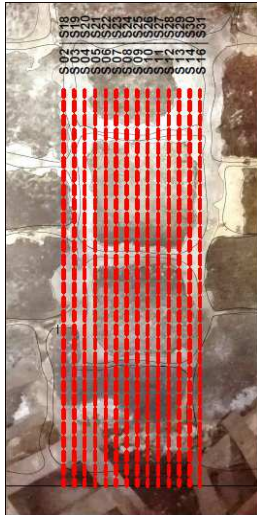
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



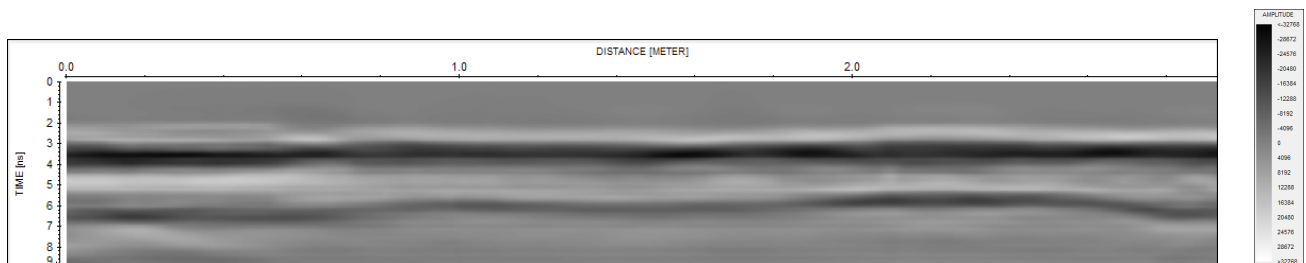
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



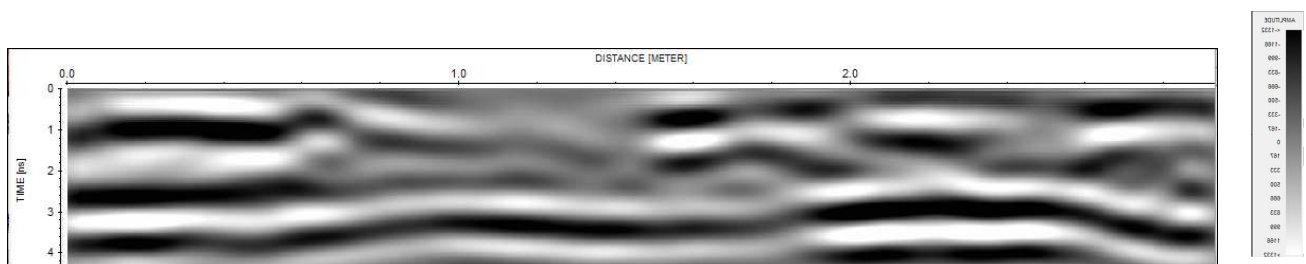
PERFIL S29

Série 1 – S02-S16

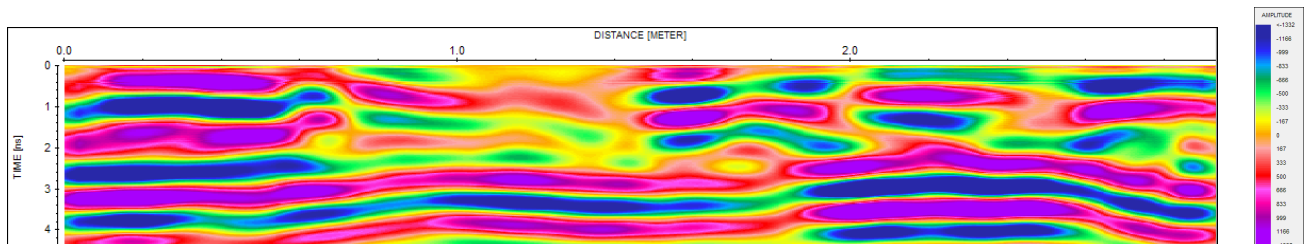
Série 2 – S18-S31



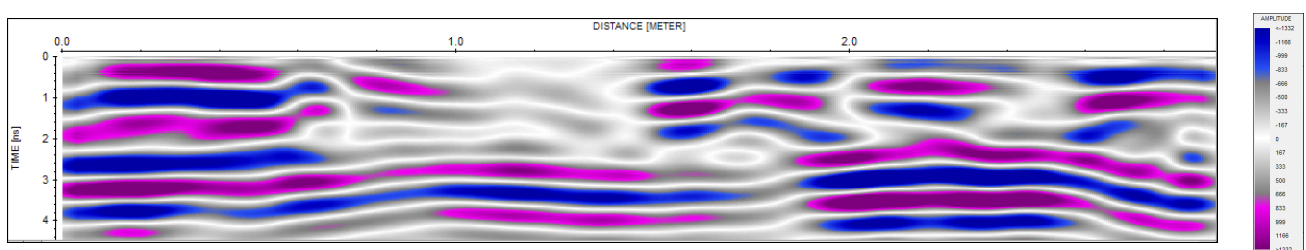
PERFIL - ORIGINAL



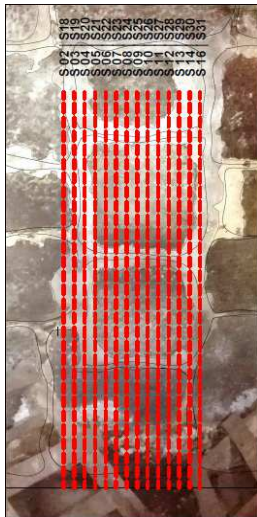
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



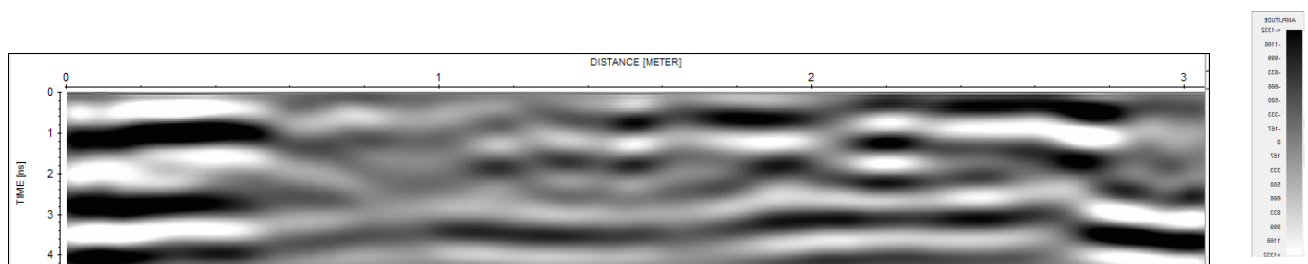
PERFIL S30

Série 1 – S02-S16

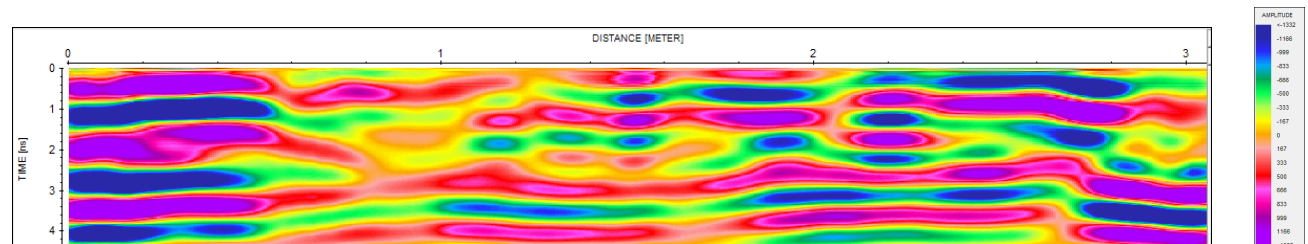
Série 2 – S18-S31



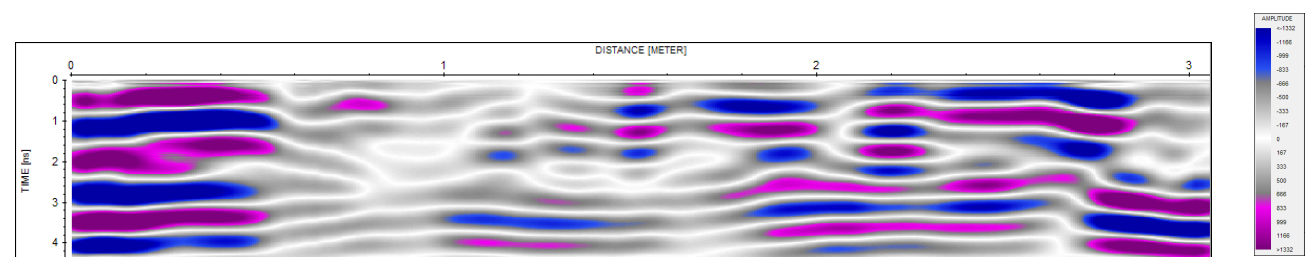
PERFIL - ORIGINAL



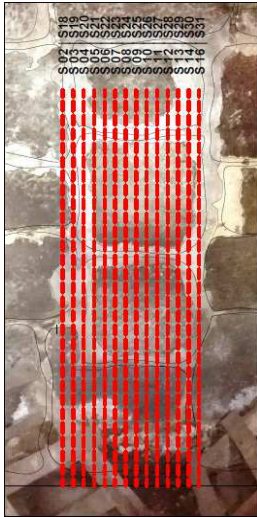
PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



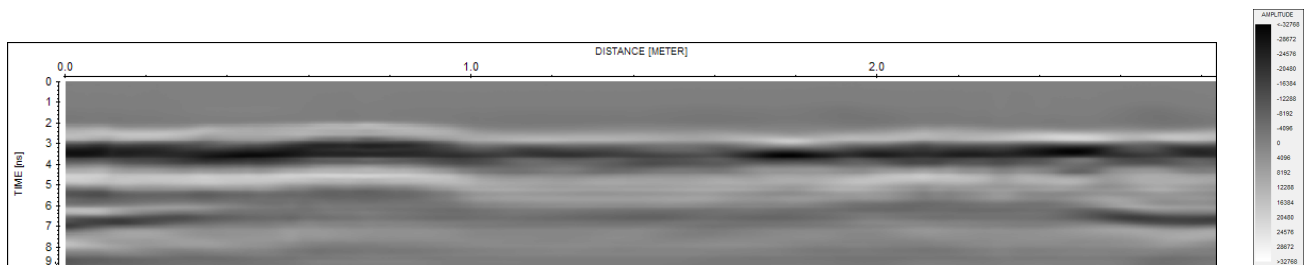
PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED



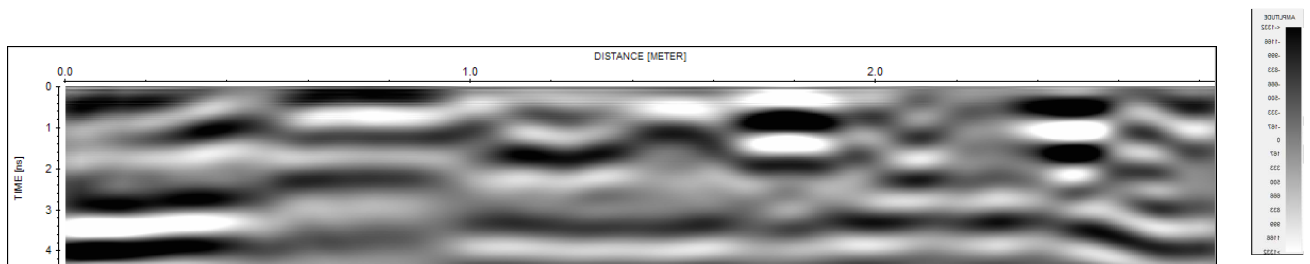
PERFIL S31

Série 1 – S02-S16

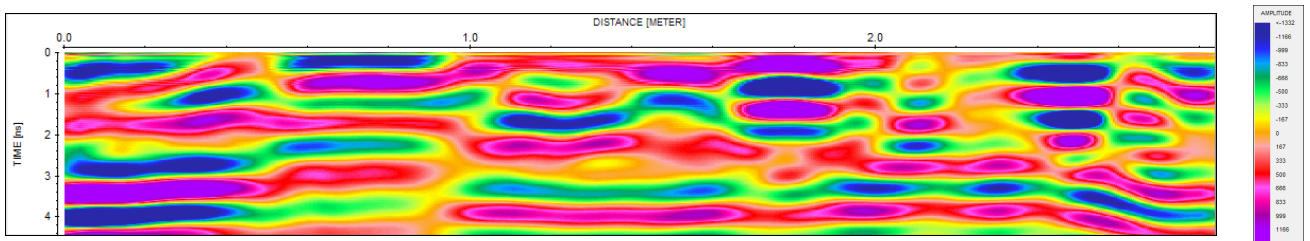
Série 2 – S18-S31



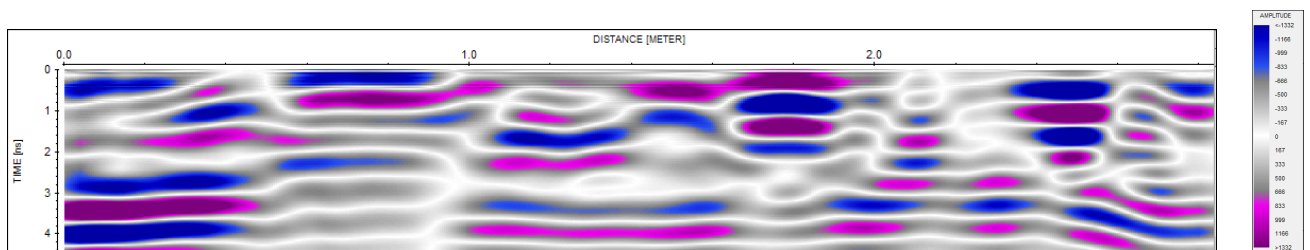
PERFIL - ORIGINAL



PERFIL – PROCESSADO- GRAY



PERFIL – PROCESSADO- RAINBOW



PERFIL – PROCESSADO- BLUEGRAYRED

